

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інженерно-фізичний факультет**

**Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів**

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ямшинський М.М.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за спеціальністю 136 – Металургія**

**на тему: «Ливарний комплекс заводу компресорного машинобудування з розробкою технології виготовлення виливків із залізовуглецевих сплавів»**

Виконав студентка VI курсу, групи ФЛ-71мп

**Сальченко Вікторія Ігорівна** \_\_\_\_\_

Керівник: доц., к.т.н., доц. **Федоров Г.Є.** \_\_\_\_\_

Консультант з охорони праці та безпеки

в надзвичайних ситуаціях: доц., к.т.н., доц. **Зацарний В.В.** \_\_\_\_\_

Консультант з економічно-організаційної

частини:

к.е.н., доц. **Глущенко Я.І.** \_\_\_\_\_

Консультант з нормоконтролю: доц., к.т.н., доц. **Федоров Г.Є.** \_\_\_\_\_

Рецензент:

ст. викладач **Прилуцький М.І.** \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць  
інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

**Інженерно-фізичний факультет**  
**Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – **136 – Металургія**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.М.Ямшинський

\_\_\_\_\_ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студентці**  
**Сальченко Вікторії Ігорівни**

1. Тема дисертації «Ливарний комплекс заводу компресорного машинобудування з розробкою технології виготовлення виливків із залізобетонних сплавів»,  
науковий керівник дисертації Федоров Г.Є., к.т.н., доцент, затверджені наказом по університету від 09 листопада 2018 р. №4127

2. Термін подання студентом дисертації – 14 грудня 2018 року

3. Об'єкт дослідження: ливарний комплекс та технологічні процеси виробництва виливків різної маси із різних сплавів

4. Вихідні дані: 4.1. Матеріали переддипломної виробничої практики.

4.2. Література за темою дисертації. 4.3. Потужність ливарного комплексу 10000 т придатних виливків за рік. 4.4. Номенклатура виливків ливарного цеху масою до 100 кг – 50 найменувань.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити:

5.1. Аналіз виробничої програми цеху; 5.2. Проектування технологічних відділень ливарного цеху. 5.3. Технологічна частина. 5.4. Спеціальна частина. 5.5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.6. Економічно-організаційна частина. Загальні висновки.

6. Орієнтовний перелік графічного матеріалу:

6.1. План цеху. 6.2. Розріз цеху. 6.3. Технологія ливарної форми основного виливка (3 аркуші). 6.4. Технологія ливарної форми другого виливка (1 аркуш). 6.5. Загальний вигляд та окремий вузол технологічного устаткування (2 аркуші). 6.6. Порівняльні техніко-економічні показники. 6.7. Стартап.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

1. (Назва публікації з повними реквізитами).

8. Консультанти розділів дисертації\*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зацарний В.В., доцент		
Економічно-організаційна частина	Глущенко Я.І., доцент		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є., доцент		

9. Дата видачі завдання: – 03 вересня 2018 року

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів дисертації	Примітка
1	Переддипломна науково-виробнича практика. Аналіз результатів практики	03.09.18...28.10.18 р.	
2	Аналіз виробничої програми	29.10.18...03.11.18 р.	
3	Проектування основних і допоміжних виробничих відділень і ділянок	04.11.18...15.11.18 р.	
4	Розроблення технологічної частини роботи	16.11.18...19.11.18 р.	
5	Розроблення спеціальної частини роботи	20.11.18...25.11.18 р.	
6	Виконання графічної частини дисертації	26.11.18...08.12.18 р.	
7	Виконання завдання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	09.12.18...11.12.18 р.	
8	Виконання економічно-організаційної частини	09.12.18...13.12.18 р.	
9	Оформлення магістерської дисертації	01.12.18...14.12.18 р.	
10	Рецензування магістерської дисертації	14.12.18...17.12.18 р.	
11	Захист магістерської дисертації	20.12.18 р	

Студент  
Науковий керівник дисертації

В.І. Сальченко  
Г.Є.Федоров

## ABSTRACT

Master's dissertation: 138 pages, 12 figures, 42 tables, 2 applications, 16 references.

The object of design is the foundry complex of the compressor engineering plant with a capacity of 10,000 tons of suitable castings per year.

The purpose of the project is to design a modern casting complex for the production of high-quality castings of different mass and complexity from iron-based alloys.

The method of designing - the graphical plane design method is used taking into account modern recommendations and the use of computer technology.

The results of the designing-the casting complex was designed for the production of castings of different mass and complexity from the alloys on the basis of iron by the method of casting in one-time volumetric sand-clay forms.

Foreseeable assumptions - the designed casting complex is real-world, because it uses modern technologies and equipment. The project can be used in machine-building enterprises of Ukraine.

LITTLE IN SILVER-GLUCAL FORMS, STEEL, CEREAL CHAVOUN, STRAIN-JEVOVA MACHINE, MODEL EQUIPMENT

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сальченко В.І.							
Перев.	Федоров							
Т.контр.								
Н.контр.	Федоров							
Затверд.								
						НТУУ "КПІ" ІФФ гр.ФЛ-71		

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 138 стор., 12 рис., 42 табл., 2 додатків, 16 посилань.

Об'єкт проектування – ливарний комплекс заводу компресорного машинобудування потужністю 10000 т придатних виливків на рік.

Мета проекту – спроектувати сучасний ливарний комплекс для виробництва якісних виливків різної маси і складності із сплавів на основі заліза.

Метод проектування – використано графічний площинний метод проектування з урахуванням сучасних рекомендацій та використанням обчислювальної техніки.

Результати проектування – спроектовано ливарний комплекс для виготовлення виливків різної маси і складності із сплавів на основі заліза методом лиття в разові об'ємні піщано-глиняті форми.

Прогнозні припущення – спроектований ливарний комплекс є реальним, оскільки в ньому використано сучасні технології й устаткування. Проект може бути використаний в машинобудівних підприємствах України.

ЛИТТЯ В ПІЩАНО-ГЛИНЯСТІ ФОРМИ, СТАЛЬ, СІРИЙ ЧАВУН, СТРИЖНЕВА МАШИНА, МОДЕЛЬНА ОСНАСТКА

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Сальченко В.І.							
Перев.		Федоров							
Т.контр.									
Н.контр.		Федоров							
Затверд.									
						НТУУ "КПІ" ІФФ гр.ФЛ-71			

# 1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЦТВА. ВИБІР ТИПУ ТА СТРУКТУРИ ЦЕХУ

## 1.1 Виробнича програма

Виробнича програма є основою для розроблення технологічної частини кожного технологічного відділення і ливарного цеху в цілому.

Завданням магістерської дисертації є – спроектувати ливарний комплекс заводу компресорного машинобудування потужністю 10000 т придатного литва за рік.

Даний комплекс належить до ливарних цехів серійного виробництва, для яких номенклатура виливків складає не більше 200 найменувань і серійність не менше 1000 шт/рік кожного. У цеху, що проектується, маса виливків знаходиться в межах від 3,4 кг до 1965 кг.

Річна кількість виливків кожного найменування розраховується, виходячи з річної програми цеху. Вона вміщує завдання на річний випуск виливків на основні вироби та запасні частини. Номенклатура виливків цеху складає 50 найменувань. За даними табл. 1.1 і визначеної річної кількості виливків кожного найменування складаємо точну виробничу програму ливарного цеху (табл. 1.2).

Оскільки в даному цеху виготовлятимуть виливки з різних сплавів та різних за масою, то номенклатуру поділяємо на такі масові групи за марками сплавів:

- виливки з сталі масою до 100 кг;
- виливки з сталі масою понад 100 кг;

					ФЛ71.7112.1110.000				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Сальчен-			АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРА- МИ. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБ- НИЦТВА. ВИБІР ТИПУ ТА СТРУКТУРИ ЦЕХУ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Фелоров Г.Є.							
						НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ			
Н. Контр.		Федоров Г.Є							
Затверд.									

— виливки із чавуну масою до 100 кг;

— виливки із чавуну масою понад 100 кг;

За сучасними вимогами ливарний комплекс відповідає таким вимогам:

— за родом ливарного сплаву – сталеливарний і чавуноливарний;

— за характером виробництва – цех дрібносерійного і серійного виробництва;

— за ступенем механізації – механізований з елементами автоматизації;

— за масою виливків – цех дрібного, середнього та великого литва;

— за технологією і спеціалізацією – цех лиття в разові об'ємні піщано-глинясті форми.

## 1.2 Характеристика виробництва

Ливарний комплекс призначений для виробництва виливків із сталі 25Л і 45Л ГОСТ 977-88 і чавуну СЧ20 ГОСТ 1412-85.

Потужність ливарного цеху складає 10000 тонн придатного литва за рік. Для власних потреб приймаємо 10% від виробничої програми, що складає 1000 тонн.

## 1.3 Структура ливарного цеху

За структурою цех складається із таких основних і допоміжних відділень і дільниць:

– виробничі відділення:

1) плавильне відділення з дільницею підготовки шихти;

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) формувально-складально-заливально-вибивальне відділення;

3) стрижневе відділення із складами готових стрижнів і стрижневих ящиків;

4) сумішоприготувальне відділення з бункерами для вихідних формувальних матеріалів і готової для використання суміші;

5) відділення фінішних операцій;

– допоміжні відділення:

1) ремонтно-механічні майстерні;

2) ремонту та сушіння ковшів;

3) поновлення властивостей оборотної суміші;

4) цехові лабораторії (лабораторія хімічного аналізу металів і властивостей формувальних матеріалів і сумішей);

– склади:

1) шихтових і формувальних матеріалів;

2) модельної оснастки;

3) готових виливків;

– адміністративно-побутові приміщення.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



					ФЛ71.7112.1110.000	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк.	

Таблиця 1.1 – Номенклатура виливків цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал виливка	Маса виливка, кг	Кількість деталей на один виріб, шт	Габаритні розміри виливка, мм			Режим термічного оброблення
						довжина	ширина	висота	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сталеві виливки									
1	151.131.1	Бугель лівий	25Л	49,6	1	621	480	173	Нормалізація 860...900 °С, відпуск 610...630 °С
2	151.131.2	Корпус камери	25Л	214	1	912	519	261	
3	151.131.3	Патрубок	25Л	68,5	1	385	385	361	
4	151.131.4	Вкладиш	25Л	582	1	750	355	636	
5	151.131.5	Корпус низу	25Л	146	1	675	405	455	
6	151.131.6	Корпус верха	25Л	48,5	1	675	305	290	
7	151.131.7	Обойма	25Л	1960	1	Ø472		310	
8	151.131.8	Кронштейн задній лівий	45Л	37,6	1	506	294	249	
9	151.131.9	Вилка	45Л	6,1	1	126	89	95	
10	151.131.10	Кронштейн правий	45Л	24,6	1	307	182	68	
11	151.131.11	Бугель опори шарніра	45Л	47	1	475	255	226	
12	151.131.12	Корпус	45Л	31,5	1	463	381	240	
13	151.131.13	Кронштейн	25Л	15,6	1	688	130	210	
14	151.131.14	Брус передній	25Л	84,3	1	815	426	282	
15	151.131.15	Втулка шарніра	45Л	14,3	1	Ø160		88	
16	151.131.16	Стяжка поздовжня	45Л	6,1	2	172	86	59	
17	151.131.17	Скоба	45Л	15,1	2	215	125	102	
18	151.131.18	Напівмуфта	25Л	64,8	1	Ø190		240	
19	151.131.19	Стакан 1	25Л	140	1	Ø250		523	
20	151.131.20	Стакан 2	25Л	36	2	Ø236		128	
21	151.131.21	Опора двигуна	45Л	18,4	1	112	106	87	
22	151.131.22	Кронштейн лівий задній	45Л	6,3	1	162	146	91	
23	151.131.23	Балка рами	45Л	87	1	409	224	164	
24	151.131.24	Фланець	45Л	3,4	1	123	86	45	
25	151.131.25	Вухо ліве	45Л	16,2	2	Ø206		65	
26	151.131.26	Вухо праве	45Л	15,5	2	Ø206		70	
27	151.131.27	Кришка бугеля	45Л	43	1	162	134	96	
28	151.131.28	Крюк передній	45Л	6,1	1	209	86	94	
29	151.131.29	Лопатка 1	45Л	26	1	450	160	85	
30	151.131.30	Лопатка 2	45Л	5	2	382	84	25	
31	151.131.31	Лопатка 3	45Л	4,6	2	252	88	36	
32	151.131.32	Корпус	45Л	450	1	968	684	525	
33	151.131.33	Шнек 1	45Л	16,56	1	Ø114		330	
Чавунні виливки									
34	151.131.34	Корпус	СЧ20	180	1	690	460	521	Високий відпуск - 730 °С
35	151.131.35	Корпус редуктора	СЧ20	30,7	1	302	287	250	
36	151.131.36	Кришка	СЧ20	21,7	1	444	402	55	
37	151.131.37	Піддон	СЧ20	16,3	1	310	220	205	
38	151.131.38	Корпус муфти	СЧ20	67	1	Ø566		291	

					ФЛ71.7112.1110.000				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
39	151.131.39	Картер борто- вої передачі	СЧ20	35,7	1	427	390	325
40	151.131.40	Корпус гідро- панелі	СЧ20	95,8	1	649	427	364
41	151.131.41	Опора	СЧ20	3,8	1	160	148	162
42	151.131.42	Діафрагма 1	СЧ20	1060	1	Ø1930		240
43	151.131.43	Шків	СЧ20	11,2	1	Ø240		69
44	151.131.44	Корпус ком- пресора	СЧ20	6,8	1	256	175	165
45	151.131.45	Циліндр	СЧ20	5,4	2	140	115	139
46	151.131.46	Корпус правий	СЧ20	14,2	1	246	202	196
47	151.131.47	Корпус сапуна	СЧ20	1,3	1	Ø110		22
48	151.131.48	Діафрагма 2	СЧ20	645	1	Ø1500		156
49	151.131.49	Стакан підчіп- ника	СЧ20	5,6	1	Ø142		98
50	151.131.50	Маховик	СЧ20	52,5	1	Ø364		495

					ФЛ71.7112.1110.000			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

## 2 РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ ТА ФОНДИ ЧАСУ

Режим роботи відділень ливарного цеху визначається виконанням операцій технологічного процесу виготовлення виливків у часі та просторі.

Фактори, які обумовлюють вибір режиму роботи діляниць цеху:

- маса виливка;
- вид сплаву;
- характер виробництва;
- потужність цеху тощо.

Від прийнятого режиму роботи залежить організація виробничого процесу. Найкращим є такий режим роботи, коли всі технологічні операції виконуються одночасно на різних виробничих ділянках відділень. Це повною мірою відноситься до виробництва дрібних виливків, такий режим називають паралельним. Для крупних виливків використовуємо— ступінчастий (виготовлення форм — перша зміна, плавлення і заливання форм — друга зміна, охолодження форм і видалення виливків — третя зміна).

На підставі аналізу виробничої програми визначаємо режими роботи відділень цеху та фонди часу устаткування та робітників. Тривалість робочого тижня складає 40 годин, тобто робочий тиждень складається з 5 робочих днів по 8 годин робочого часу.

Розрізняють календарний, номінальний і дійсний фонди часу. Календарний фонд часу дорівнює кількості календарних днів протягом року помножених на кількість годин за добу:

$$\Phi_k = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

					ФЛ71.7112.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РЕЖИМ РОБОТИ ЦЕХУ ТА ФОНДИ ЧАСУ		
Розроб.		Сальченко В.І					
Перевір.		Фелопов Г.Є.					
Н. Контр.		Федоров Г.Є					
Затверд.							
					Лім.	Арк.	Акрушив
					НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ		

Використовують для розраховування складів зберігання формувальних і шихтових матеріалів.

$\Phi_n$  – номінальний фонд часу, це час, протягом якого може виконуватися робота за прийнятим режимом, без урахування планових і непередбачуваних утрат часу;

З урахуванням святкових і вихідних днів рік має біля 250 робочих днів.  
За одностійного режиму роботи номінальний фонд становить:

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ год}$$

За двостійного режиму роботи:

$$\Phi_d = 250 \cdot 16 = 4000 \text{ год}$$

$\Phi_d$  – дійсний робочий час визначається відніманням від номінального фонду утрат часу на підготовлення та освоєння виробництва й непередбачувані втрати, які визначають за відповідними нормативами.

За умови 40-годинного робочого тижня та 4-х тижневої відпустки дійсний фонд часу робітника становить:

$$\Phi_d = 2000 - (4 \cdot 40) = 1840 \text{ год}$$

Дійсний фонд часу роботи устаткування відділень і дільниць ливарного цеху вибрано за рекомендацією [3, стор.11].

Усі дані щодо режиму роботи цеху та фондів часу наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Режими роботи ливарного цеху та фонди часу роботи устаткування та робітників

Індекс позиції	Найменування відділень, дільниць; тип устаткування	Кількість робочих змін на добу	Дійсний річний фонд часу, год	
			устаткування	робітників
1	2	3	4	5
1	Плавильне відділення з дільницею підготовлення шихти; ДСП-3	2	3760	1840
2	Формувальне відділення з бункерами – відстійниками; формувальна лінія ИЛ225	2	3600	1840

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження табл.. 2.1

1	2	3	4	5
2	Формувальна лінія ЛН218	1	1900	1840
3	Стрижневе відділення Стрижнева машина 2Б83	2	3680	1840
	Стрижнева машина Л9128Б9	2	3680	1840
4	Сумішоприготувальне відділення	2	3600	1840
5	Відділення фінішних операцій	3	3680	1840
6	Ремонтно-механічна служба	3	3640	1840

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ

Проектування виробничих відділень і дільниць ливарного цеху виконуємо на підставі даних розрахованої виробничої програми, визначення базових технологій виготовлення виливків, прийнятих режимів роботи цеху і фондів часу та нормативних даних.

Розраховування будь-якого технологічного відділення здійснюємо за такою послідовністю:

- визначаємо вихідні данні для проектування конкретного відділення;
- вибираємо технологічні процеси для кожного відділення ;
- вибираємо основне та допоміжне технологічне устаткування, яке забезпечуватиме виконання прийнятих технологічних процесів;
- розраховуємо кількість кожного типу технологічного устаткування;
- визначаємо типи транспортних засобів як для кожного відділення, так і для взаємоузв'язування їх роботи;
- виконуємо компоновку кожного відділення і цеху в цілому;
- визначаємо площу заданого відділень і цеху

#### 3.1 Плавильне відділення

Вихідними даними для розраховування плавильного відділення є кількість рідкого металу кожної марки ливарних сплавів, яка необхідна для забезпечення річної виробничої програми виготовлення виливків.

У даному цеху виплавляють сталі 25Л і 45Л і чавун марки СЧ20 в електродугових печах з кислотою футеровкою.

Хімічний склад сплавів наведено в табл. 3.1 і 3.2.

					ФЛ71.7112.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Сальченко В.І			ПРОЕКТУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ВІДДІЛЕНЬ ЛИВАРНОГО ЦЕХУ	Літ.	Арк.
Перевір.		Фелопов Г.Є.					Акрушів
Н. Контр.		Федоров Г.Є				НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ	
Затверд.							

.... Таблица 3.1 - Хімічний склад сталей (ГОСТ 977-88)

Марка сталей	Вміст елементів, %				
	C	Mn	Si	P	S
25Л	0,22...0,30	0,45...0,90	0,20...0,52	<0,60	<0,60
45Л	0,42...0,50	0,45..0,90	0,20...0,52	<0,60	<0,60

Таблица 3.2 - Хімічний склад чавуну (ГОСТ 1412-85)

Марка чавуну	Вміст елементів, %				
	C	Mn	Si	P	S
СЧ20	3,0...3,3	0,8...1,2	1,3...1,7	<0,20	<0,15

Для розраховування плавильного відділення необхідно визначити кількість рідкого металу кожної марки сплаву, необхідної для виконання виробничої програми. Для цього складаємо баланс металу (табл. 3.3).

Таблица 3.3 – Баланс металу

Індекс позиції	Груповий потік	Придатне литво		Ливники, зливи, брак		Рідкий метал		Угар та безповоротні витрати		Металозавалка		Клас шихти	Спосіб плавлення	Тип плавильного агрегату
		%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік	%	т/рік			
1	СЧ20	72	2285,21	24	761,73	96	3046,9	4	126,9	100	3173,9	1,2	Електро-плавлення	ДСП-3
2	25Л	60	5728,9	35	3341,9	95	9070,7	5	477,4	100	9548,2			
3	45Л	60	2081,83	35	1214,4	95	3296,2	5	173,5	100	3469,7			
4	Всього		10095,9		5318,0		15413,8		777,8		16191,8			

Місткість дугових печей вибираємо за максимальною масою виливка, що входить в номенклатуру (1960 кг). Отже, вибираємо дугову піч моделі ДСП-3.

Використовуючи дані балансу металу виконуємо розрахунок кількості плавильних агрегатів для забезпечення річної програми:

					ФЛ71.7112.1110.000					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						



$$N = \frac{B_p \cdot K_n}{\Phi_d \cdot q}, \quad (3.1)$$

де  $N$  – кількість плавильних агрегатів, шт.;

$B_p$  – річна кількість рідкого металу по цеху з урахуванням металу на власні потреби, т;

$K_n$  – коефіцієнт нерівномірності виплавляння та використання рідкого металу, приймаємо  $K_n = 1,2$ ;

$\Phi_d$  – дійсний фонд часу роботи плавильних агрегатів, год;

$q$  – продуктивність плавильного агрегату, т/год.

Тривалість плавлення в дуговій печі ДСП-3 з кислотою футеровкою складає 1,9 год [2], тоді продуктивність печі визначаємо за формулою (3.2):

$$q = \frac{M}{\tau}, \quad (3.2)$$

де  $M$  – місткість печі, т;

$\tau$  – тривалість плавлення.

$$q = \frac{3,0}{1,9} = 1,57 \text{ (т/год)}$$

$$N = \frac{16413,8 \cdot 1,2}{3760 \cdot 1,57} = 3,3 \text{ (шт.)}$$

Вибираємо дугові сталеплавильні печі – 4 шт. моделі ДСП-3, місткістю 3 тонни.

$$K_z = \frac{3,3}{4} = 0,83$$

де  $K_z$  – коефіцієнт завантаження устаткування.

Визначаємо середнього динну продуктивність ливарного цеху за рідким металом за формулою (3.3):

$$Q = \frac{B_p}{\Phi_d}, \text{ т/год} \quad (3.3)$$

де  $B_p$  – кількість рідкого металу, т;

$\Phi_d$  – фонд часу плавильного відділення, год.

$$Q = \frac{15413,8}{3760} = 4,1, \text{ т/год.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 3.4.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 – Розрахунок плавильних агрегатів

Дільниці, поточні лінії цеху	Марка сплаву	Потрібна кількість рідкого металу, т	Тип печі	Місткість печі, т	Тривалість циклу плавлення, год	Середньогодинна продуктивність, т/год	Кількість печей		Коефіцієнт завантаження, $K_3$
							за розрахунком	прийнято	
1	25Л	9070,7	ДСП-3	3	1,9	4,1	3,3	4	0,83
	45Л	3469,7							
2	СЧ20	3046,9							

Технічну характеристику печі ДСП - Знаведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика електродугової сталеплавильної печі ДСП-3 для плавлення сталі та чавуну.

Параметри	Числове значення
Номінальна місткість, т	3,0
Потужність трансформатора, МВА	2,0
Питомі витрати електроенергії, кВт·год/т	650,0
Річна продуктивність за двозмінної роботи, т/рік	4700
Розміри робочого вікна, мм	680...520
Габаритні розміри, мм	4400×4400×4600
Маса металоконструкції, т	28,8

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.1.1 Річна потреба шихти

Необхідну кількість шихтових матеріалів розраховуємо та наводимо в табл.3.6 відповідно до кожної марки сплаву з повним використанням звороту власного виробництва.

До складу шихти для виплавляння сталі входять наступні компоненти: сталевий брухт, чавунний брухт, зворот власного виробництва. Для виплавляння чавуну – чавунний брухт, сталевий брухт, зворот власного виробництва, стружка.

Оскільки для виплавляння сталі та чавуну будемо використовувати однакові печі, обираємо кислий процес для плавлення.

Таблиця 3.6 – Відомість витрат шихтових матеріалів на річну програму

Індекс позичі	Найменування матеріалів шихти	Марки сплавів						Всього	
		25Л		45Л		СЧ20			
		%	т	%	т	%	т	%	т
1	Зворот власного виробництва	35%	3341,87	35%	1214,39	24%	761,7	94%	5317,96
2	Сталевий брухт	65%	6206,33	60%	2081,82	15%	476,08	140%	8764,23
3	Чавунний брухт	-	-	5%	173,48	20%	634,78	25%	808,26
4	Стружка	-	-	-	-	41%	1301,00	41%	1301,00
5	Всього:	100%	9548,2	100%	3469,7	100%	3173,9	300%	16191,8

### 3.1.2 Розраховування парку ковшів

У плавильному відділені проектного ливарного комплексу, що проектується розміщено дільницю для ремонту ковшів, а також стенд для їх сушіння та нагрівання.

Обираємо стопорний ківш місткістю 5 т.

Розраховуємо їх необхідну кількість за формулою:

$$n = \frac{M \cdot K_n}{E \cdot H} \quad (3.4)$$

де n – кількість ковшів, шт.;

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

М – годинна потреба рідкого металу, т/год;

Кн – коефіцієнт нерівномірності виплавляння та використання рідкого металу;

Е – вибрана місткість ковша, т;

Н – кількість відбирань металу за годину, шт. (для електродугових печей 0,5...1,0).

$$n = \frac{4,1 \cdot 1,2}{5 \cdot 0,5} = 1,9, \text{ од}$$

Приймаємо необхідну кількість ковшів – 2 шт.

### 3.2 Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення

Для проектування цього відділення розподілено всю номенклатуру виливків за масою та типом металу. Для кожної такої групи виливків обрано єдиний технологічний процес виготовлення форм з організацією технологічних потоків.

Відділення складається за двох ділень. Дільниця №1 – для виробництва виливків до 100 кг, дільниця №2 – для виробництва виливків понад 100 кг.

Для виробництва виливків масою до 100 кг використовуємо комплексну автоматичну ливарну лінію ИЛ225, яка призначена для виробництва виливків із сплавів на основі заліза в разових об'ємних піщано-глинястих формах.

Для виробництва виливків масою понад 100 кг використовуємо комплексно-механізовану лінію моделі ЛН218 на базі піскомета, яка призначена для виготовлення великих чавунних і сталевих виливків.

У формувально-складально-заливально-вибивальному відділенні здійснюються операції формування, складання та заливання форм, охолодження й вибивання виливків.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість формувального устаткування визначено за кількістю форм, яка має бути виготовлена протягом року для виконання виробничої програми випуску виливків визначену кількість форм наведено в табл. 3.7

Зведену відомість форм наведено в табл.3.8.

Таблиця 3.8 – Зведена відомість кількості форм

Потокова лінія	Група виливків за масою, кг	Внутрішній розмір опок (L×B×H), мм	Річний випуск		Середньо-годинна кількість форм, шт
			виливків, т	форм, шт	
1	До 100 кг	900×600×150/200	2276,5	57923,07	16
2	Понад 100 кг	3000×2500×300/900	7945,3	13830,7	3

Під час виробництва виливків до 100 кг заливання та охолодження форм відбувається на лінії. Вибивання виливків із форм виконується на вибивній гратці, яка є складовою лінії.

Потреба у формувальних лініях для кожної потокової лінії для формувального відділення визначається за формулою:

$$P = N_{\phi} / K_{\phi} \cdot q \cdot \Phi_{\text{д}}, \quad (3.5)$$

де  $N_{\phi}$  – річна кількість форм у потоці, шт.;

$K_{\phi}$  – коефіцієнт браку форм і виливків,  $K_{\phi} = 0,94 \dots 0,96$ ;

$q$  – циклова продуктивність лінії, форм/год.;  $q = 240$ ;

$P$  – потрібна кількість ліній, шт.

$$P = \frac{57923,07}{0,95 \cdot 240 \cdot 3640} = 0,08, \text{од}$$

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.9 – Технічні характеристики ліній моделей ИЛ225 і ЛН218

Параметр	Модель	
	ИЛ225	ЛН218
Робочі розміри опок, мм	900×600×200/150	3000×2500×300/900
Продуктивність циклова, форм/год	240	5
Найбільша металомісткість форми, кг	90	2500
Установлена потужність, кВт	115	320
Габаритні розміри лінії, мм	65000×9300×6855	83000×25640×4750
Загальна маса лінії, т	220	370

Режим роботи лінії ИЛ225– автоматичний, ЛН218 – механізований.

Формувальна суміш для виготовлення форм із сумішоприготувального відділення транспортується стрічковими конвеєрами в бункери, розміщені над формувальними машинами. Оборотною суміш після вибивання форм подається стрічковим конвеєром у сумішоприготувальне відділення на поновлення властивостей.

З плавильного відділення рідкий метал в ковшах транспортують мостовими кранами і монорейковими візками. Для заливання великих форм використовуємо стопорні ковші місткістю ковшів 5 т.

Виливки до 100 кг після охолодження і видалення із форм транспортують пластинчастим конвеєром, а великі – мостовими кранами і візками у відділення фінішних операцій. Для запобігання підняття верхньої півформи під дією металостатичного напору металу на даній комплексній автоматичній лінії виконується навантаження форм. Для транспортування матеріалів у відділенні працюють 2 мостових крани вантажопідйомністю 10 тонн.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Розраховування стрижневого відділення

У стрижневому відділенні виконуються операції виготовлення, фарбування, зачищення й складання стрижнів та їх контроль і комплектування.

На площі стрижневого відділення розміщено склади для добового зберігання та стрижнів стрижневих ящиків. Об'єм стрижневих робіт залежить, головним чином, від складності виливків, тобто кількості та маси стрижнів на 1 т придатного литва, а вибір методу виготовлення стрижнів та устаткування - від серійності виробництва. Розповсюдженіший спосіб заповнення порожнини стрижневого ящика сумішшю, реалізований у сучасних стрижневих машинах - піскодувний. Цей спосіб найбільш прийнятний для різних стрижневих сумішей і досить продуктивний.

Для виготовлення стрижнів використовуємо холоднотвердні суміші з синтетичними смолами. Склад суміші наведено в табл.3.10

Таблиця 3.10 – Склад стрижневої суміші

Компоненти	Формувальний пісок марки $3K_3O_2$ 016	ФФ-1Ф	БСК
Склад, %	97	2	1

На всю програму використовуємо дві масові групи стрижнів: 1-а група – стрижні до 15кг; 2-а група – стрижні 15...40 кг.

Приймаємо, що у стрижневому ящику будемо виготовляти один стрижень. Враховуючи максимальну масу стрижня, вибираємо стрижневу лінію для другої групи та машину для першої.

Для першої групи стрижнів обираємо лінію Л9128Б5, для другої – лінію Л9128Б9.

Усі дані зводимо до таблиць 3.11, 3,12.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Необхідну кількість ліній Л9128Б5 та ліній Л9128Б9 розраховуємо за формулою 3.5

$$C = \frac{B_p \cdot K_n}{\Phi_o \cdot q}, \quad (3.5)$$

де  $B_o$  – кількість зйомів стрижнів на річну програму за масовими групами шт./рік;

$q$  – продуктивність машини (лінії), зйомів/год

Визначаємо необхідну кількість ліній Л9128Б5:

$$C = \frac{77299 \cdot 1,2}{3600 \cdot 15} = 1,7$$

Приймаємо одну лінію.

Визначаємо необхідну кількість ліній Л9128Б9:

$$C = \frac{13903 \cdot 1,2}{3600 \cdot 20} = 0,2$$

Приймаємо одну лінію.

### 3.4 Розраховування сумішоприготувального відділення

#### 3.4.1 Визначення рецептури і необхідної кількості формувальних і стрижневих сумішей

Формувальні та стрижневі суміші – основні компоненти технологічного процесу виробництва виливків у разових піщаних формах. Залежно від призначення суміші поділяють на облицювальні, наповнювальні та єдині. Використання сирих ПГС сумішей забезпечує найвищу продуктивність формувального устаткування і високу точність відбитка моделі. Основними компонентами піщано-глинястих сумішей є оборотна суміш, свіжий кварцовий пісок і головний зв'язувальний компонент – забезпечують порівняно низьку вартість формувальних сумішей.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Стрижневі суміші перебувають в більш важких умовах, ніж формувальні, оскільки вся робоча поверхня стрижня контактує з рідким металом, при цьому піддається дії високих температур і тиску. Витрати формувальних та стрижневих сумішей визначаємо за середніми нормами на одну тонну литва та заносимо розраховані значення до табл. 3.13 та 3.14 відповідно.

Для виготовлення форм для сталевих і чавунних виливків використовуємо піщано-глинясті суміші, а як стрижневої суміші – холодно твердну суміш. Знаючи річні витрати формувальних і стрижневих сумішей і їх рецептуру, розраховуємо витрати компонентів. Результати розрахунків занесені в табл. 3.15.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки продуктивність сумішоприготувального устаткування вказують у , м<sup>3</sup>/год, потрібно перерахувати витрати сумішей з масових одиниць ущільненої суміші в об'ємні одиниці не ущільненої суміші за співвідношенням [2]:

$$P_{\text{ну}} = 0,757 \cdot P_y, \quad (3.6)$$

де  $P_{\text{ну}}$  - кількість суміші в не ущільненому стані, м<sup>3</sup>;

0,757 – коефіцієнт переведення масових одиниць в об'ємні з урахуванням ступеня ущільнення суміші.

$$P_{\text{ну}} = 0,757 \cdot 7339,17 = 5555,7$$

Вибір типу змішувача визначається видом формувальних і стрижневих сумішей. Прийнято використовувати змішувачі з вертикальною віссю обертання котків, виходячи з того, що обрано єдину суміш для малих виливків та облицювально-наповнювальну для великих.

Для приготування формувальних піщано-глинястих сумішей використовуємо коткові змішувачі моделі 15104, робочими органами яких є котки і плужки. Технічна характеристика даного змішувача наведена в табл. 3.15.

Таблиця 3.15 – Технічна характеристика змішувача періодичної дії з вертикально-обертовими котками моделі 15104

Індекс позиції	Параметр	Значення
1	Об'єм замісу, м <sup>3</sup>	1,0
2	Внутрішній діаметр чаші, мм	2016
3	Висота чаші, мм	980
4	Діаметр котка, мм	815
5	Частота обертання вертикального вала, хв <sup>-1</sup>	34
6	Маса, кг	7334

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість змішувачів визначимо за формулою:

$$Z_m = \frac{P_{\text{ну}} \cdot K_H}{\Phi_d \cdot q} \quad (3,7)$$

де  $P_{\text{ну}}$  – річна кількість неущільненої суміші,  $\text{м}^3$

$q$  – продуктивність змішувача,  $\text{м}^3/\text{год}$

$$Z_m = \frac{5555,7 \cdot 2}{3600 \cdot 3} = 1,02$$

Прийнято встановити два змішувачі. Один працює, другий – в ремонті.

Рецептура формувальної суміші наведена в табл. 3.16

Таблиця 3.16 – Рецептатура формувальної суміші на ручну програму по - сирому

Компоненти суміші, т					
Кварцовий пісок		Оборотна суміш	глина	добавки	
Зернова група	кількість			Найменування	кількість
02,03	2090,42	2896,32	235,17	ЛСТ	26,1

### 3.5 Відділення фінішних операцій

У відділенні фінішних операцій виконують наступні операції: надання товарного вигляду, фізико-механічних властивостей, термічної обробки, виправлення дефектів, контроль якості продукції.

У відділенні виконують увесь цикл фінішних операцій після видалення виливків з ливарної форми, тобто від відокремлення елементів ливникової системи до передавання на склад готової продукції [1].

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основне завдання під час проектування відділення фінішних операцій полягає в тому, щоб для кожної операції вибрати найбільш сучасні технології та устатковування, яке забезпечить їх послідовне виконання.

Проектування відділення виконуємо на підставі річної виробничої програми ливарного цеху з урахуванням браку (5% річної програми) виливків та таких, які підлягають виправленню дефектів[2].

Фінішні операції слід виконувати в такій послідовності:

- відокремлення елементів ливникової системи;
- видалення стрижнів;
- очищення виливків;
- зачищення виливків;
- контроль виливків;
- термічне оброблення виливків;
- повторне очищення після термічного оброблення;
- остаточний контроль виливків;

Після виконання усіх фінішних операцій виливки необхідно помити, висушити, пофарбувати і висушити після фарбування.

### 3.6 Допоміжні відділення, дільниці та служби цеху

Зберігання допоміжних матеріалів, інструменту, запасних частин устаткування, спец одягу здійснюється в цехових коморах. Цехові комори розташовані на площах основних відділень цеху в місцях зручних для приміщень, між колонами будівлі. Площа комор прийнята  $2,5 \text{ м}^2$  на 1000 т випуску литва за рік. Їх площа складає  $2 \text{ м}^2$ .

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.7 Внутрішньо-цеховий транспорт

У ливарному цеху, що проектується, склад шихтових матеріалів обслуговується кран-балками, за допомогою яких проводиться завантаження металічної шихти у добові бункери.

Склад шихти і формувальних матеріалів обслуговують по 1 кран-балці вантажопідйомністю 3 тони.

Плавильне відділення обслуговує одна кран-балка вантажопідйомністю 3 тони.

Формувально-складально-заливально-вибивальне відділення обслуговує дві кран-балки вантажопідйомністю 3 тони. Відділення фінішних операцій – 2 кран-балки вантажопідйомністю 3 тони кожна.

Для транспортування піску і порошкових матеріалів, для подачі стрижневих і формувальних сумішей до місць виготовлення форм і стрижнів – кран-балки та ливарний конвеєр;

Виливки після вибивання подаються за допомогою наземного рейкового транспорту; для транспортування і складання стрижнів кран-балки.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 ЕНЕРГЕТИЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

У сталеливарному цеху використовують електроенергію, стиснуте повітря, газ, воду, теплоносії.

Електроенергію в ливарному цеху використовують на технологічні потреби, силові установки, освітлення та слабкострумове господарство.

Загальні витрати електроенергії цехом визначають за формулою:

$$W = (W_T + W_c + W_o) \cdot K, \quad (4.1)$$

де  $W$  – загальна кількість витрат електроенергії, кВт · год.

$W_T$  – річні витрати електроенергії на технологічні потреби, кВт · год;

$W_c$  – річні витрати електроенергії на електроприводи силових установок, кВт · год;

$W_o$  – річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

$K$  – коефіцієнт втрат електроенергії у мережі.

Розраховування річних витрат електроенергії на технологічні потреби здійснюємо за питомими нормами витрат електроенергії на 1 тону придатного литва за формулою:

$$W_T = \sum P_T \cdot G_p, \quad (4.2)$$

де  $W_T$  – витрати електроенергії на технологічні потреби (плавлення металу, термічне оброблення виливків тощо), кВт · год.

$P_T$  – питомі витрати електроенергії на технологічні потреби при виробництві 1 т. придатного литва, кВт · год.

$G_T$  – річний випуск придатного литва, т / рік.

$$W_T = 750 \cdot 840 + 450 \cdot 840 = 1,0 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					ФЛ.7112. 1110.000.ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Сальченко				ЕНЕГЕТИЧНА ЧАСТИНА		Літ.	Аркуш
Перевір.	Федоров Г.Є							
Т. Контр.							ІФФ ФЛ – 71МП	
Н. Контр.	Федоров Г.Є							
Затверд.								

Витрати електроенергії на силові установки дорівнюють

$$W_c = 1100 \cdot 840 = 0,9 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховування витрат електроенергії на освітлення проводимо за формулою:

$$W_o = 0,001 \cdot g \cdot F \cdot \Phi_o, \quad (4.3)$$

де  $W_o$ - річні витрати електроенергії на освітлення, кВт · год;

$g$  – питомі витрати електроенергії за 1 год. На 1 м<sup>2</sup> площі цеху (для виробничих відділень  $g = 15...18$  Вт) для складських приміщень –  $g = 8...10$  Вт і для побутових приміщень –  $g = 8$  Вт);

$F$  – освітлювальна площа, м<sup>2</sup>;

$\Phi_o$  – річна кількість годин освітлювального навантаження (при однозмінній роботі -  $\Phi_o = 700$  год.), тоді:

$$W_o = 0,001 \cdot (2072 \cdot 17 \cdot 700 + 285 \cdot 8 \cdot 700 + 126 \cdot 8 \cdot 700) = 100,6 \cdot 10^7 \text{ Вт} \cdot \text{год} = 26,9 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Отже загальна потреба в електроенергії на рік дорівнює:

$$W = (26,9 \cdot 10^6 + 0,9 \cdot 10^6 + 1,0 \cdot 10^6) \cdot 1,05 = 30,24 \cdot 10^6 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розраховування витрат стисненого повітря проводимо на річну програму за формулою:

$$Q_v = 1,5 \cdot d \cdot G_p, \quad (4.4)$$

де  $Q_v$  – річні витрати стисненого повітря на річну програму, м<sup>3</sup>.

$d$  – витрати стиснутого повітря на 1 т литва, м<sup>3</sup>.

$G_p$  – випуск виливків за рік, т;

1,5 – коефіцієнт, що враховує втрати повітря в мережі

$$Q_v = 1,5 \cdot 800 \cdot 840 = 1 \cdot 10^6, \text{ м}^3$$

Витрати води, для приготування формувальної і стрижневої суміші визначаємо за формулою:

$$V_v = y \cdot P_{ny} / 100 \quad (4.5)$$

де  $V_v$  – витрати води на рік, м<sup>3</sup>;

$y$  – процент вологи у суміші, %;

					ФЛ71.7112. 1110.000.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$P_{ny}$  – річні витрати неущільненої суміші, т/рік.

$$V_B = 5 \cdot 1276,5 / 100 = 63,8 \text{ м}^3$$

Витрати води на технологічні потреби визначаємо за формулою:

$$V_{B. T.} = P_{H.B.} \cdot G_p,$$

де  $P_{H.B.}$  – норми витрат води на технологічні потреби на 1 т литва,  $\text{м}^3$ ;

$G_p$  – річний випуск виливків, т;

$$V_{B. T.} = 13 \cdot 840 = 10920 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Норми витрат води на побутові потреби такі:

- на господарчо – питні потреби – 45 літрів на 1 сітку за годину;
- душові - 500 літрів на сітку за годину ( при роботі душевих – 45 хв.)
- умивальники – 200 літрів на 1 кран за годину;
- миття підлоги цеху – 3 літри на 1  $\text{м}^2$  за добу.

Втрати теплоти розраховуємо за формулою:

$$G = V_6 \cdot q, \quad (4.6)$$

де:  $V_6$  – площа будівлі ( $V_6 = 2385 \text{ м}^3$ );

$q$  – кількість теплоти для опалення будівель ( $q = 60 \dots 130 \text{ Вт/м}^3$ ).

Приймаємо  $q = 95 \text{ Вт/м}^3$ ;

$$G = 2385 \cdot 95 = 226575 \text{ Вт}$$

Тепло подається у цех у вигляді перегрітої до  $150^\circ\text{C}$  пари, трубами та через калорифери.

Витрати природного газу на рік визначаємо за формулою: ( при цьому приймаємо, що 1  $\text{м}^3$  природного газу дорівнює 1,17 кг умовного палива)

$$M = 1,17 \cdot q_r \cdot G_p, \quad (4.7)$$

де:  $q_r$  – кількість умовного палива (газу) на тонну литва ( $q_r = 140 \dots 170 \text{ м}^3$ )  
приймаємо 160  $\text{м}^3$ ;

$G_p$  – маса придатного литва на рік, кг.

$$M = 1,17 \cdot 160 \cdot 840000 = 157,2 \cdot 10^6 \text{ кг/рік умовного палива за рік.}$$

					ФЛ71.7112. 1110.000.ПЗ	Аркуш
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 5 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 5.1 Загальні положення

Ливарний цех розташований у м. Полтаві, де розрахункова температура для опалення в зимовий час 20 °С, розрахункова температура для вентиляції у зимовий час – 6 °С, у літній – 20 °С. Ливарний комплекс, що проектується, розміщене в одноповерховій будівлі та має розміри 30×24×10 м. Тривалість опалювального сезону с 200 днів. Глибина промерзання ґрунту в Полтавській області - 1м.

### 5.2 Архітектурна частина

Конфігурація, компонування й розміри спроектованого цеху забезпечують потоковість і режим роботи виробництва, дозволяють зробити раціональне розміщення устаткування та забезпечити нормальні умови праці.

Будівля цеху – одноповерхова прямокутної форми. Побутові й адміністративно-конторські приміщення розташовані в двох поверховій прибудові, що примикає до торця будівлі цеху. Висота будівлі цеху до нижнього ярусу ферм складає 12 м. Максимальна глибина закладання фундаменту, виходячи з умов промерзання ґрунту, прийнята наступна:

- зовнішні фундаменти – 1,25 м;
- внутрішні фундаменти – 1 м.

### 5.3 Будівельні конструкції

					ФЛ71.7112.1110.000ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сальченко В.І			АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ	Лит.	Лист	Листов
Провер.		Федоров Г.Є						
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								

### 5.3.1 Фундамент

Для спроектованого цеху основним матеріалом для фундаменту є залізобетон. Фундамент під колонами виконаний у вигляді башмаків із залізобетону. Площа підшви фундаменту залежить від навантаження на колону та припустимого тиску на ґрунт і дорівнює 50 м<sup>2</sup>.

### 5.3.2 Стіни

Стіни будинку великопанельні, спираються на фундаментні балки. Товщина навантажених стін 380 мм, а внутрішніх 300 мм. Стіни виготовлені із залізобетонних плит. Перегородки окремих ділянок цеху виконані із склоблоків.

### 5.3.3 Колони

Колони проектується із збірного залізобетону. Колони, на які встановлені бруківки кранів, виконуються перетином 400х600 мм. Крок колон у виробничому відділенні для зовнішніх - 6 м

### 5.3.4 Вікна та двері

Для природного освітлення будівлі цеху в зовнішніх стінах виконуються світлові прорізи із сталевих віконних плетінь. Розміри вікон 4000х3600 мм. Для освітлення всієї площі цеху використовується верхнє освітлення за допомогою ліхтарів прямокутної форми, скло яких армоване. У будівлі встановлюються одно- і двоствірчасті двері з висотою 2,8м. Ширина одноствірчастих дверей складає 0,9 м, а двоствірчастих – 1,3 м.

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри воріт для автомобільного транспорту – 4,0х4,2 м, а на залізничній лінії – 4,7х5,6 м.

### 5.3.5 Підлога

Підлогу виконуємо залежно від призначення дільниці. Плавильне відділення – чавунні плити; формувальне відділення, стрижневе відділення, сумішоприготувальне відділення та відділення фінішних операцій – збірні залізобетонні плити; склади, окрім засіків під формувальну суміш – залізобетонні плити, для засіків – металоцементна підлога; залізничні шляхи – брусчатка по піску.

### 5.3.6 Покрівля

Покрівля виконана з двох шарів рубероїду, бітумного настилу. Відведення води з даху здійснюється внутрішніми і зовнішніми водостоками.

Внутрішні водостоки застосовуються для відведення води, що збирається на покрівлі між прогонами.

### 5.4 Опалення та вентиляція

У цеху передбачено систему повітряного опалення, яка сполучена з проточною вентиляцією, з підігріванням проточного повітря в калориферах. Температура підігрітого повітря - не більше 60°C, при подачі його на висоті не менше 3,5 м від підлоги й на відстані більше 2 м від працівників. У сумішоприготувальному відділенні використовуємо загально обмінну і місцеву вентиляцію. Загальнообмінна вентиляція підтримує повітряне середовище в усьому об'ємі приміщення, забезпечує необхідну кратність обміну повітря. Місцева вентиляція передбачає видалення забрудненого повітря в робочій зоні плавильного відділення.

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 6 РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ

### 6.1 Технологія виготовлення виливка «Корпус»

#### 6.1.1 Загальна характеристика виливка

Деталь «Корпус» є частиною складного механізму та призначена для забезпечення правильної роботи деталей, що розташовують усередині. Деталь «Корпус» повинна мати високі механічні та експлуатаційні властивості, витримувати прикладені статичні навантаження, чинити опір агресивній дії робочого середовища й водночас має бути виготовлена з недорогого, недефіцитного, легко оброблюваного матеріалу.

Конструкція литої деталі має забезпечувати високий рівень її службових характеристик за заданих маси та точності конфігурації, а також враховувати технологію її виготовлення, тобто має бути зручною для виготовлення та оброблення.

Розміри виливка «Корпус» складають: Ø 400, h=175 мм., маса деталі – 46 кг. Має 5 наскрізних отворів, а саме, один Ø 100 та чотири Ø 30мм, які виконуються механічним обробленням.

Для виготовлення деталі «Корпус» як матеріал використано ливарну сталь марки 25Л ГОСТ 977-88, хімічний склад якої та механічні властивості наведено в табл. 6.1, і 6.2 відповідно.

					<i>ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сальченко В.І.			РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИЛИВКІВ		Літ.	Арк.
Перевір.		Федоров Г.Є						
Т.Контр.							НТУУ «КПІ», ІФФ, ФЛ-71	
Н. Контр.								
Затверд.								

Таблиця .6.1 - Масова частка компонентів сталі марки 25Л ГОСТ 977-88

Масова частка елементів, %				
вуглець	марганець	кремній	фосфор	сірка
			не більше	
0,17...0,25	0,45...0,90	0,20...0,52	до 0,04	до 0,045

Таблиця 6.2 - Механічні властивості сталі марки 25Л ГОСТ 977-88

Межа текучості, МПа	Тимчасовий опір розриванню, МПа	Відносне подовження, %	Відносне звуження, %	Ударна в'язкість, КСУ, кДж/м <sup>2</sup>
не менше				
235	471	17	30	392

За складністю конфігурації виливок відноситься до 2 групи – нескладний виливок відкритої циліндричної форми, за масою до 1 групи – дрібні виливки (до 100 кг), а залежно від характеру ливарного виробництва – до серійного.

Даний сплав, сталь 25Л (ГОСТ 977-88), має високий рівень ливарних властивостей: температура плавлення 1526 °С; температурний інтервал кристалізації від 1504 до 1490 °С; ливарна усадка від 2,2 до 2,3 %.

## 6.2 Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Технологічний процес має забезпечити виготовлення в необхідній кількості виливків з дотриманням технічних вимог, щодо геометричної, розмірної та масової точності, повинен мати високі техніко-економічні показники.

Остаточний вибір технологічного процесу, з числа рівноцінно можливих, здійснюється на основі аналізу основного показника - економічної ефективності (сумарні витрати на одиницю продукції), котрий залежить від групи складності виливка, роду сплаву, маси та габаритних розмірів і характеру виробництва. Обираємо технологічний процес отримання виливка в сирих піщано-глинястих формах.

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 6.3 Вибір положення виливка в формі

У процесі розроблення технології виготовлення виливка нерідко можуть бути декілька варіантів положення виливка у формі й, відповідно, вибору площини розніму форми і моделі. Вибираючи оптимальний варіант розміщення виливка у формі, слід брати до уваги таке:

- умови підживлення виливка під час його кристалізації;
- забезпечення точності розмірів форми і простоти конфігурації моделі;
- якісне ущільнення формувальної суміші;
- зручність видалення моделі з ущільненої пів форми.

Щоб виготовити якісний виливок, слід використовувати спрямоване тверднення, коли виливок кристалізується знизу уверх у напрямку до надливів. За відсутністю надливів і випорів верхня частина виливка уражається усадковими, піщаними та газовими раковинами та вкраплинами різного хімічного складу, які виявляються під час механічного оброблення литої заготовки.

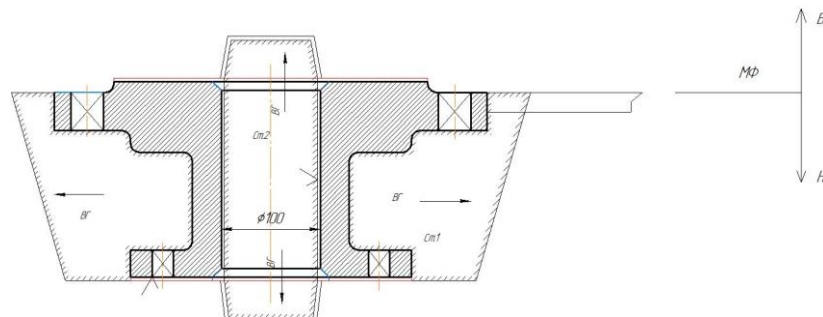


Рисунок 6.1 – Вибір положення виливка в ливарній формі

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір площини розніму форми необхідно виконувати з урахуванням таких рекомендацій:

- за можливістю слід розташовувати виливок в одній (нижній) пів формі. Це сприятиме підвищенню точності розмірів та попередженню утворення перекосів;
- якщо виливок не можна розташовувати в одній пів формі, тоді в нижній розташовують відповідальніші поверхні;
- у нижній частині форми необхідно розташовувати також ту поверхню виливка, яка є базовою для механічного оброблення;
- не слід розташовувати великі за площею поверхні виливка у верхній горизонтальній частині форми тому, що це може призвести до обгоряння верху форми й утворення ужимин (стисків);
- масивні частини виливка ( особливо із сталей) треба розташовувати так, щоб забезпечити надійне підживлення їх металом надливів;
- кількість рознімів форми має бути мінімальною;
- рознім форми має забезпечувати зручність ущільнення формувальної суміші, контролю та складання форми й підведення металу в її порожнину.

Розробляючи ливарну технологію необхідно вибрати варіант з мінімальною кількістю стрижнів. Це підвищить точність виливків, зменшить вартість модельного комплекту, час на його виготовлення. Для виливка «Корпус» рознім форми показаний на кресленні «Корпус». Основна частина виливка розміщується в нижній півформі, що забезпечує зручне видалення виливка з форми.

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 6.4 Визначення припусків на усадку сплаву

Визначення припусків на усадку сплаву слід виконувати з урахуванням конфігурації виливка. Усадкою називають зменшення об'єму сплаву під час переходу його із рідкого стану в твердий та охолодження до температури навколишнього середовища. Одні й ті самі сплави можуть мати різну усадку, залежно від складності виливків та їх розмірів, а також податливості формувальних і стрижневих сумішей. Так, великі та круглі виливки мають малу усадку по діаметру й набагато більшу по висоті. У складних виливках, які мають порожнини й ребра, лінійна усадка набуває меншого значення через гальмування її формою та стрижнями. Отже модель має бути більшою виливка на величину усадки сплаву. Розміри моделі з урахуванням усадки визначають за формулою

$$L_M = l_p \cdot (1 + U/100), \quad (6.1)$$

де  $L_M$  – розмір моделі з урахуванням усадки, мм;

$l_p$  – розмір литої деталі, який вказано на кресленнику, мм;

$U$  – мінімальна усадка, %.

Розмір моделі виливка «Корпус» буде таким:

діаметр -  $L_M = 400 \cdot (1 + 2,2/100) = 408,8$  мм;

висота -  $L_M = 175 + 5 \cdot (1 + 2,2/100) = 184$  мм;

За умови нерівномірної усадки в різних частинах виливок може жолобитися й з'являється вірогідність утворення в ньому тріщин. Виливки з ребрами, перегородками та особливо такі, що виготовляють з використанням стрижнів, мають ливарну усадку на 20...25% меншу лінійної. Отже фактична зміна лінійних розмірів характеризується ливарною (утрудненою) усадкою, значення якої можуть бути неоднакові в різних напрямках певного виливка.

Для виливка «Корпус» технологічні припуски: 1,2...2,5 мм.

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6.5 Визначення припусків на механічне оброблення виливків

Для забезпечення необхідної шорсткості робочих поверхонь, доведення основних контрольованих розмірів до номінальних, виправлення дефектів форми та розміщення, враховуючи вимоги які ставляться до виливка та особливості способу лиття, призначені припуски на механічне оброблення відповідно до ГОСТ 26645-85 наведено в табл. 7.1.

Припуск на механічне оброблення, з урахування масштабу, зображуємо суцільною лінією чорного кольору.

Значення припуску на механічне оброблення показуємо цифрою перед знаком шорсткості поверхні деталі.

Отвори діаметром до 10-20 мм не виконуються литтям, а механічним обробленням (свердлінням).

Визначимо масу припусків на механічне оброблення:

$$M_{m.o.} = V_{m.o.} \cdot \rho, \quad (6.2)$$

де  $V_{m.o.}$  – об'єм припуску на механічну обробку, м<sup>3</sup>;

$\rho$  - густина сталі, кг/м<sup>3</sup>

$$M_{175(H)} = 0,052 \cdot 7,8 = 0,4 \text{ кг}$$

$$M_{170(B)} = 0,056 \cdot 7,8 = 0,43 \text{ кг}$$

$$M_{400} = 0,06 \cdot 7,8 = 0,46 \text{ кг}$$

$$M_{260} = 0,05 \cdot 7,8 = 0,39$$

Загальна маса припусків на механічне оброблення дорівнює:

$$\sum M_{m.o.} = 0,4 + 0,43 + 0,46 + 0,39 = 1,68 \text{ кг}$$

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 - Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка за ГОСТ 26645-85

Найменування деталі	Корпус		
Маса деталі, кг	46		
Габаритні розміри деталі, мм	Ø 400, h=175 мм		
Матеріал	Сталь 25Л ГОСТ 977-88		
Спосіб лиття	Лиття в сирі піщано-глинясті форми		
Спосіб формоутворення	Машинне формування		
Норми точності виливка за ГОСТ 26645-85			
Клас розмірної точності виливка	12		
Ступінь жолоблення виливка	8		
Ступінь точності поверхонь	17		
Клас точності маси виливка	13		
Ряд припусків	8		
Номінальні розміри, мм			
175 (вверх)	175 (низ)	Ø 400	Ø 260
Допуски розмірів виливка, мм			
2,4	2,2	2,6	1,2
Допуски форми та розміщення елементів виливка, мм			
0,32	0,32	0,34	0,2
Загальний допуск елементу виливка, мм			
1,6	1,6	1,7	1,4
Вид кінцевого механічного оброблення - чистове			
Загальний припуск на сторону, мм			
2,5	2,4	1,2	1,2
Розмір виливка			
175+2,5	175+2,5	400+1,2	260+1,2

Визначимо масу непроливних елементів за формулою:

$$M_{н.е.} = V_{н.е.} \cdot \rho, \quad (6.3)$$

де  $V_{н.е.}$  - об'єм непроливних елементів,  $m^3$

$\rho$  – густина сталі,  $кг/м^3$ .

$$M_{1 \times 4} = 0,00008 \cdot 7,8 = 0,0006 \text{ кг}$$

Загальна маса виливка дорівнює:

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_b = 46 + 1,68 + 0,0006 = 47,68 \text{ кг}$$

## 6.6 Допустимі відхилення за розмірами і масою виливка

На точність розмірів та маси виливка впливають наступні фактори: точність виготовлення модельного оснащення, а відповідно й разової піщано-глинястої форми; точність установлення та фіксації стрижнів і точність центрування півформ під час складання; величина ливарної усадки металу виливка в різних напрямках; відхилення, які виникають на етапах фінішних операцій та термічного оброблення.

Усі вище перераховані фактори значною мірою впливають на точність розмірів, змінюючи їх в той чи інший бік, проте величина похибки має не виходити за межі загального поля допуску, призначеного на розміри виливка «Корпус», котрий становить від  $\pm 2,2$  до  $\pm 4,0$  мм за ГОСТ 26645-85.

Допустиме відхилення маси виливка становить  $\pm 20\%$  за ГОСТ 26645-85.

## 6.7 Конфігурація та розміри стрижнів, стрижневих знаків

Для формування виливка, використовуємо 2 стрижні – перший стрижень зовнішній, а другий - внутрішній. Установлення й фіксація піщаного стрижня в ливарній формі здійснюється за допомогою спеціальних виступів, які називаються стрижневими знаками. Конфігурація та розміри стрижневих знаків визначаються розмірами виливка й конфігурацією порожнин, які оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та виливка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

В нашому випадку для виконання внутрішнього отворіу застосовуємо вертикальний стрижень.

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміри знакових частин стрижня вибираємо залежно від довжини стрижня і розміщення його у формі відносно площини розніму.

Розміри ливарних стрижнів представлені в табл. 6.5

Таблиця 6.5 - Формувальні ухили та технологічні зазори

Позначення стрижня	Висота, мм	Діаметр стрижня, мм	Висота знака, мм		Зазор ( $h_1$ ) $S_1=S_2$ , мм	Кут $\alpha$	Кут $\beta$
			$h_n$	$h_b$			
1	2	3	4	5	6	7	8
Ст. №1	170	420	-	-	-	-	-
Ст. №2	180	100	35	15	1,2	10°	7°

## 6.9 Розрахунок надливів

Виливок «Корпус» виготовляється зі сталі 25Л яка має ливарну усадку 2,2% тому для попередження утворення усадкових раковин використовуємо закриті надливи прямого живлення. При розраховуванні надливів треба визначити їх діаметр  $D_n$ , довжину  $V_n$ , висоту  $H_n$  та кількість на один виливок. Діаметр  $D_n$  визначають залежно від товщини стінки виливка, що підживлюється рідким металом під час кристалізації, з коефіцієнтом 1,05...1,1. У нашому випадку товщина стінки становить 50 мм. Діаметр надливу розраховуємо за наступною формулою:

$$D_n = \delta_b \times 1,08, \quad (6.8)$$

де  $D_n$  – діаметр надливу, мм;

$\delta_b$  – товщини стінки виливка, яка підживлюється, мм.

Підставивши значення у формулу (6.8), отримаємо:

$$D_n = 65 \times 1,08 = 70,2 \text{ мм}$$

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для визначення висоти надливу використовуємо співвідношення

$$H_n : D_n = 1,2 \dots 1,25.$$

Тоді висота буде становити:

$$H_n = 70,2 \times 1,2 = 84,24 \text{ мм.}$$

Довжину надливу визначають за формулою (6.9):

$$B_n = (1,0 \dots 2,0) D_n, \quad (6.9)$$

де  $B_n$  – довжина надливу, мм;

$D_n$  – діаметр надливу, мм.

Підставивши дані у формулу (6.9), отримаємо:

$$B_n = 2,0 \times 70,2 = 140,4 \text{ мм.}$$

#### 6.10 Розрахунок ливникової системи

Розрахунок елементів ливникової системи полягає у визначенні перерізів живильників, ливникового ходу та стояка в ливарній формі. Оскільки матеріалом вилівка є 25Л то використовуємо закриту ливникову систему, найвужчим перетином якої є переріз живильника.

Розрахунок сумарної площі живильників на один вилівок

Сумарну площу живильників розраховуємо за формулою:

$$\Sigma F_{жс} = \frac{G_{вил}}{0,31 \cdot \tau \cdot \mu \cdot \sqrt{H_p}} \quad (6.10)$$

де  $G_{вил}$  – маса вилівка, кг;

$\tau$  – час заливання, с;

$\mu$  – коефіцієнт витрат, який характеризує загальний гідравлічний опір металу в формі. Для заливання в суху форму приймаємо  $\mu = 0,4$ ;

$H_p$  – розрахунковий металостатичний напір, см.

Розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2 \cdot C} \quad (6.11)$$

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де  $H_0$  - початковий напір, приймаємо  $H_0 = 15\text{см}$ ;

$p$  - висота частини виливка, що знаходиться вище горизонтальної осі живильника, приймаємо  $p = 1,5\text{см}$ ;

$C$  - висота виливка в положенні при зливанні, приймаємо  $C = 32,0\text{см}$ ;

Підставивши значення в формулу (6.11) отримаємо:

$$H_p = 15 - \frac{15,5^2}{2 * 32} = 11,2\text{см}$$

Час заливання розраховуємо за формулою:

$$\tau = \sqrt{1,24 \cdot G_{\text{вил}}} \quad (6.12)$$

де  $G_{\text{вил}}$  - маса виливка, кг.

Підставивши значення в формулу (7.4) отримаємо:

$$\tau = 8 \text{ с}$$

Підставивши всі отримані значення в формулу (6.12) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{ж}} = \frac{53}{0,31 \cdot 8 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{11,2}} = 16 \text{ см}^2$$

6.11 Розрахунок площі перерізу кожного живильника на один виливок

Щоб визначити площу перерізу кожного живильника потрібно загальну площу поділити на кількість живильників:

$$F_{\text{ж}} = \frac{\Sigma F_{\text{ж}}}{n_{\text{ж}}} \quad (6.13)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа живильників,  $\text{см}^2$ ;

$n_{\text{ж}}$  - кількість живильників, шт.;

Підставивши значення в формулу (6.13) отримаємо:

$$F_{\text{ж}} = \frac{16}{2} = 8 \text{ см}^2$$

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для сталевих виливків переріз живильника має форму півкола та показано на (рис. 7.1). Він має радіус 2,3 см.

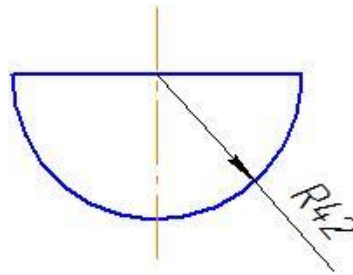


Рисунок 7.1 – Схема перерізу живильника

По знайденому значенню перерізу живильника знаходимо площу перерізу ливникового ходу та стояка. Для виливків, масою до 100 кг виконується співвідношення:

$$\Sigma F_{\text{ж}} : \Sigma F_{\text{лх}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1 : 1,1 : 1,2 \quad (6.14)$$

Розрахунок площі перерізу ливникового ходу

Виходячи із співвідношення (6.15), площа перерізу ливникового ходу становить:

$$\Sigma F_{\text{лх}} = \Sigma F_{\text{ж}} * 1,1 \quad (6.15)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа живильників,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши значення у формулу (6.15) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{лх}} = 16 * 1,1 = 17,6 \text{ см}^2$$

Для виливків зі сталі використовують ливниковий хід, переріз якого має форму напівкола. Ливниковий хід показано на рис. 7.2 .Він має радіус 3,3 см.

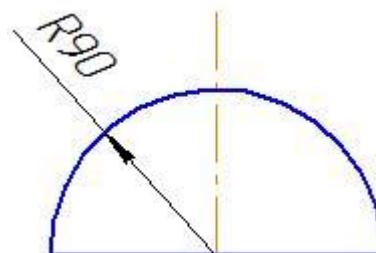


Рисунок 7.2 – Схема перерізу ливникового ходу

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо площу перерізу стояка

Площа перерізу стояка визначається за формулою:

$$\Sigma F_{\text{ст}} = \Sigma F_{\text{ж}} * 1,2 \quad (6.16)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа перерізу живильників,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши значення в формулу (6.16) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{ст}} = 16 * 1,2 = 19,2 \text{ см}^2$$

Розрахунок діаметра стояка

Діаметр стояка розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{F_{\text{ст}}}{\pi}} \quad (6.17)$$

де  $F_{\text{ст}}$  - площа перерізу стояка,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши значення в формулу (6.17) отримаємо:

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 19,2}{3,14}} = 3,5 \text{ см}$$

Поперечний переріз стояка зображений на рис. 7.3

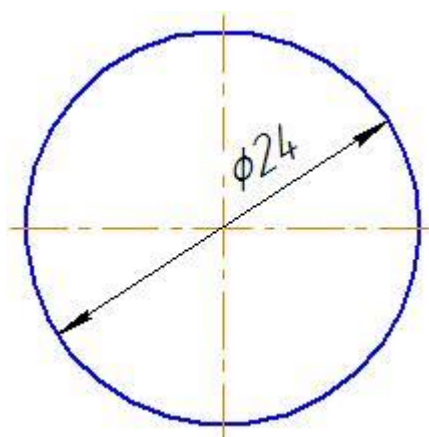


Рисунок 7.3 – Схема поперечного перерізу стояка

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## 6.12 Розроблення технології виготовлення виливка «Коробка»

### Загальна характеристика виливка

Деталь «Коробка» являє собою порожнисте тіло відкритої коробчастої форми з переважною товщиною стінки 16 мм.

Геометрично деталь являє собою тіло кубічної форми з габаритними розмірами  $l = 480$ ,  $b = 452$   $h = 280$  мм. Для забезпечення конфігурації деталі використовують 3 стрижні. Для виготовлення деталі «Коробка» як матеріал використано ливарну сталь марки 25Л ГОСТ 977-88, хімічний склад якої та механічні властивості наведено в табл. 6.1, 6.2 відповідно.

За складністю конфігурації виливок відноситься до 2 групи – нескладні виливки відкритої коробчастої форми, за масою до 1 групи – дрібні виливки (до 100 кг), а залежно від типу ливарного виробництва – до серійного.

### Вибір технологічного процесу виготовлення виливка

Обираємо технологічний процес отримання виливка в сирих піщано-глинястих формах.

### Вибір положення виливка в формі.

Проаналізувавши конфігурацію виливка, його положення в формі при заливанні вибираємо, як показано на рис. 7.4.

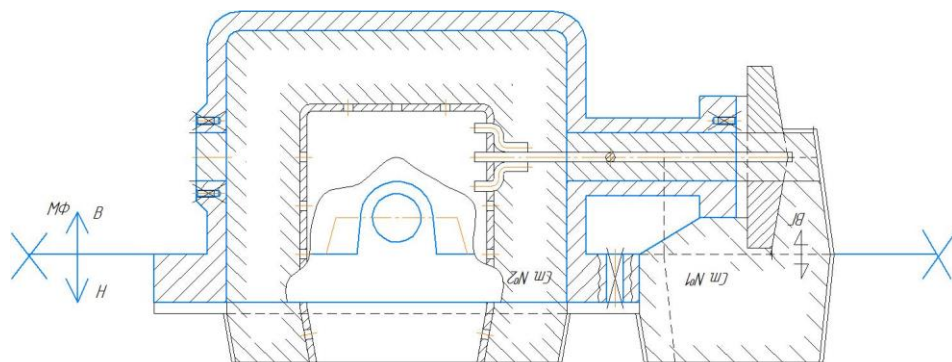


Рисунок 7.4 – Положення виливка «Коробка» у формі

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення припусків на усадку сплаву

Визначення припусків на усадку визначаємо за формулою (6.1)

Розмір моделі виливка «Коробка» буде таким:

довжина -  $L_M=480 \cdot (1+2,2/100)=490 \text{ мм}$

ширина -  $L_M=280 \cdot (1+2,2/100)=286,16 \text{ мм};$

висота -  $L_M=260+5 \cdot (1+2,2/100)=265,72 \text{ мм};$

Таблиця 7.6 - Припуски на механічне оброблення поверхонь виливка по ГОСТ 26645-85

Найменування деталі	Коробка
Маса деталі, кг	82
Габаритні розміри деталі, мм	480×280×260
Матеріал	Сталь 25Л ГОСТ 977-88
Спосіб лиття	Лиття в сирі піщано-глинясті форми
Спосіб формоутворення	Машинне формування
Норми точності виливка за ГОСТ 26645-85	
Клас розмірної точності виливка	12
Ступінь жолоблення виливка	8
Ступінь точності поверхонь	17
Клас точності маси виливка	13
Ряд припусків	8
Номінальні розміри, мм	
Ø 72	Ø 400
Допуски розмірів виливка, мм	
0,8	2,6
Допуски форми та розміщення елементів виливка, мм	
0,2	0,34
Загальний допуск елементу виливка, мм	
1,4	1,7
Вид кінцевого механічного оброблення - чистове	
Загальний припуск на сторону, мм	
0,6	1,2
Розмір виливка	
72+0,6	400+1,2

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Конфігурація та розміри стрижнів, стрижневих знаків

Для формування вилівка, використовуємо 2 стрижні. Встановлення й фіксація піщаного стрижня у ливарній формі здійснюється за допомогою спеціальних виступів, які називаються стрижневими знаками. Конфігурація і розміри стрижневих знаків визначаються розмірами вилівка і конфігурацією отворів, які оформлюються стрижнями. Вибір стрижневих знаків здійснюється залежно від розмірів стрижня та вилівка відповідно до вимог ГОСТ 3212-92.

У нашому випадку для виконання внутрішніх отворів застосовуємо вертикальні стрижень СТ2, а для зовнішнього – СТ1.

Розміри знакових частин стрижня вибираємо залежно від довжини стрижня і розміщення його у формі відносно площини розніму.

Розміри ливарних стрижнів представлені в табл. 7.7

Таблиця 7.7 - Формувальні ухили та технологічні зазори

Позначення стрижня	Висота, мм	Діаметр стрижня, мм	Висота знака, мм		Зазор (h <sub>1</sub> ) S <sub>1</sub> =S <sub>2</sub> , мм	Кут α	Кут β
			h <sub>н</sub>	h <sub>в</sub>			
1	2	3	4	5	6	7	8
Ст. №1	140	220	90	80	3	6°	8°
Ст. №2	224	280	40	70	0,6	8°	10°

Розрахунок сумарної площі живильників на один вилівок  
Сумарну площу живильників розраховуємо за формулою:

$$\Sigma F_{жс} = \frac{G_{вил}}{0,31 \cdot \tau \cdot \mu \cdot \sqrt{H_p}} \quad (6.10)$$

де  $G_{вил}$  - маса вилівка, кг;

$\tau$  - час заливання, с;

$\mu$  - коефіцієнт витрат, який характеризує загальний гідравлічний опір ме

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

талу в формі. Для заливання в суху форму приймаємо  $\mu = 0,4$ ;

$H_p$  - розрахунковий металостатичний напір, см.

Розрахунковий металостатичний напір визначаємо за формулою:

$$H_p = H_0 - \frac{p^2}{2 \cdot C} \quad (6.11)$$

де  $H_0$  - початковий напір, приймаємо  $H_0 = 30$  см;

$p$  - висота частини виливка, що знаходиться вище горизонтальної осі живильника, приймаємо  $p = 20$  см;

$C$  - висота виливка в положенні при зливанні, приймаємо  $C = 24$  см;

Підставивши значення в формулу (6.11) отримаємо:

$$H_p = 30 - \frac{20^2}{2 \cdot 24} = 21,7 \text{ см}$$

Час заливання розраховуємо за формулою:

$$\tau = \sqrt{1,24 \cdot G_{\text{вил}}} \quad (6.12)$$

де  $G_{\text{вил}}$  - маса виливка, кг.

Підставивши значення в формулу (7.4) отримаємо:

$$\tau = 11 \text{ с}$$

Підставивши всі отримані значення в формулу (6.12) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{ж}} = \frac{94}{0,31 \cdot 11 \cdot 0,4 \cdot \sqrt{21,7}} = 14,4 \text{ см}^2$$

Розрахунок площі перетину кожного живильника на один виливок

Щоб визначити площу перетину кожного живильника потрібно загальну площу поділити на кількість живильників:

$$F_{\text{ж}} = \frac{\Sigma F_{\text{ж}}}{n_{\text{ж}}} \quad (6.13)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа живильників, см<sup>2</sup>;

$n_{\text{ж}}$  - кількість живильників, шт.;

Підставивши значення в формулу (6.13) отримаємо:

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\text{ж}} = \frac{14,4}{2} = 7,2 \text{ см}^2$$

Для сталевих виливків переріз живильника має форму напівкола та має радіус 1,6 см.

По знайденому значенню перетину живильника знаходимо площу перерізу ливникового ходу та стояка. Для виливків, вагою до 100 кг виконується співвідношення:

$$\Sigma F_{\text{ж}} : \Sigma F_{\text{лх}} : \Sigma F_{\text{ст}} = 1 : 1,1 : 1,2 \quad (6.14)$$

Розрахунок площі перетину ливникового ходу

Виходячи із співвідношення (6.15), площа перетину ливникового ходу становить:

$$\Sigma F_{\text{лх}} = \Sigma F_{\text{ж}} * 1,1 \quad (6.15)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа живильників,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши значення в формулу (6.15) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{лх}} = 14,4 * 1,1 = 16 \text{ см}^2$$

Для виливків зі сталі використовують ливниковий хід, переріз якого має форму напівкола. Ливниковий хід має радіус 2,2 см.

Розраховуємо площу перерізу стояка

Площа перерізу стояка визначається за формулою:

$$\Sigma F_{\text{ст}} = \Sigma F_{\text{ж}} * 1,2 \quad (6.16)$$

де  $\Sigma F_{\text{ж}}$  - сумарна площа перетину живильників,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши значення в формулу (6.16) отримаємо:

$$\Sigma F_{\text{ст}} = 14,4 * 1,2 = 17,2 \text{ см}^2$$

Розрахунок діаметра стояка

Діаметр стояка розраховуємо за формулою:

$$D_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{F_{\text{ст}}}{\pi}} \quad (6.17)$$

де  $F_{\text{ст}}$  - площа перерізу стояка,  $\text{см}^2$ ;

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши значення в формулу (6.17) отримаємо:

$$D_{ст} = \sqrt{\frac{17,2}{3,14}} = 2,3 \text{ см}$$

#### Розрахунок розмірів опок

Опока – пристрій, що слугує для утримання формувальної суміші, надання півформі міцності та жорсткості, виконанню підйомно - транспортних операцій. Точність геометрії та розмірів виливків, яка вимагається особливо у масовому та серійному виробництві, здатність крупних форм витримувати без руйнувань та деформації значні навантаження, що виникають при їх виготовленні, не можуть бути забезпечені без якісних, взаємозамінних, міцних за конструкцією опок.

За конфігурацією розрізняють квадратні, прямокутні та круглі опоки. Опока включає в себе: рамку, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи центрування та скріплення.

Необхідні розміри опок визначають розрахунком, виходячи з розміщення виливків у формі, розміщення ливникової системи та існуючих нормативних відстаней між виливками й від виливка до стінки опоки, необхідного шару суміші над і під виливком.

У нашому випадку у формі розміщено 2 виливка, підведення металу здійснюємо в місце так, як показано на кресленні «Корпус».

Довжина опоки визначається за формулою:

$$L_{оп} = (L_{вил} + L_{ж} + a) \times 2 + B_{лх}, \quad (6.4)$$

де  $L_{оп}$  – розрахункова довжина опоки, мм;

$L_{вил}$  – довжина виливка, мм;

$L_{ж}$  – довжина живильника, мм;

$a$  – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

$B_{лх}$  – ширина ливникового ходу, мм.

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_{\text{оп}} = (607 + 90 + 40) + 60 = 797 \text{ мм.}$$

Ширина опоки визначається за формулою:

$$B_{\text{оп}} = B_{\text{вил}} + 2b \quad (6.5)$$

де  $B_{\text{оп}}$  – розрахункова ширина опоки, мм;

$B_{\text{вил}}$  – ширина виливка, мм;

$b$  – відстань від виливка до стінок опоки, мм;

$$B_{\text{оп}} = 450 + 148 = 598 \text{ мм.}$$

Розраховуємо висоту верхньої опоки:

$$h_{\text{воп}} = h_{\text{в.н}} + b, \quad (6.6)$$

де  $h_{\text{воп}}$  – розрахункова висота верхньої опоки, мм;

$h_{\text{в.н}}$  – висота надливу, мм;

$b$  – відстань від виливка до контрладу верхньої опоки, мм.

$$h_{\text{воп}} = 95 + 200 = 300 \text{ мм.}$$

Розраховуємо висоту нижньої опоки:

$$h_{\text{ноп}} = h_{\text{в.в}} + d, \quad (6.7)$$

де  $h_{\text{ноп}}$  – розрахункова висота нижньої опоки, мм;

$h_{\text{в.в}}$  – висота виливка в нижній півформі, мм;

$d$  – відстань від виливка до контрладу нижньої опоки, мм.

$$h_{\text{ноп}} = 80 + 110 = 190 \text{ мм.}$$

Відповідно з[ ], обираємо литі прямокутні чавунні опоки для автоматичних ліній з розмірами які, найближчі до розрахункових:

$$L \times B \times h_{\text{в}} / h_{\text{н}} = 800 \times 600 \times 300 / 200 \text{ мм.}$$

Характеристика обраних опок

Опока включає в себе: рамку, ребра жорсткості, елементи транспортування, елементи центрування та кріплення. Центрування опок проводимо за допомогою центрувальних та напрямівних штирів

					ФЛ71.7112.1110.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 7 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 7.1 Призначення машини 2Б83 та межі її використання

Піскострільні машини застосовуються в ливарному виробництві для виготовлення форм та, частіше, стрижнів малих та середніх розмірів, тобто в умовах масового виробництва.

Цей спосіб виготовлення стрижнів є найбільш високо-продуктивним і застосовується при виробництві дрібних (до 6кг) стрижнів будь-якої складності. Продуктивність піскострільних машин сягає 300 стрижнів на годину при масі стрижнів до 6 кг.

На базі цих машин працюють автоматичні лінії, які дають можливість знизити трудоемність виготовлення стрижнів та підвищити їхню якість [2].

### 7.2 Принцип роботи машини

При ввімкненні машини стрижнева суміш, що знаходиться в бункері, що вібрує, сповзає і заповнює гільзу, встановлену всередині піскострільного резервуару. Вібратор вимикається і шибєрний пристрій перекриває впускний отвір гільзи. Стіл притискає стрижневий ящик до насадки. Через клапан в гільзу із сумішшю подається стиснене повітря, і суміш через вдувний отвір в насадці вистрілюється в стрижневий ящик.

Після заповнення ящика і ущільнення суміші подача повітря припиняється, а залишок повітря в гільзі викидається в атмосферу.

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНО-ГО УСТАТКУВАННЯ	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сальченко В.І.							
Перев.	Федоров Г.Є							
Т.контр.						НТУУ "КПІ" ІФФ гр.ФЛ-71		
Н.контр.	Федоров Г.Є							
Затверд.								



Після цього стіл опускається, шибєр відкриває отвір гільзи і починається подача стрижневої суміші в піскострільний резервуар. Стрижневий ящик знімається зі стол машини, стрижень із нього вилучається, і цикл повторюється.

Основою піскострільного резервуару (рис 7.1) служить траверса, що встановлюється на колонах станини. До нижньої частини траверси кріпиться насадка. У внутрішній порожнині траверси встановлюється гільза з прорізами, верхній отвір якої перекривається шибєром 1 з отвором для завантаження. Поряд із траверсою становлено вихлопний клапан . В вихідному положенні клапан притиснутий до сідел пружинами й стисненим повітрям, що знаходиться в порожнині траверси [3].

При подачі повітря, клапан різко відводиться в сторону й повітря з порожнини траверси спрямовується в порожнину гільзи в якій захоплюється суміш і виштовхується через вєнти насадки. Відбувається видув суміші.

На насадку, що закріплюється на гільзі встановлюється вентиляційна плита в якій знаходяться вєнти, через які повітря із порожнини стрижневого ящика виходить в атмосферу.

### 7.3 Розрахунок основних технологічних та конструктивних параметрів машини

Вихідні дані:

об'єм стрижнів  $V=2,0 \text{ дм}^3$

розмір стрижневого ящика 300x 125x 66 мм

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

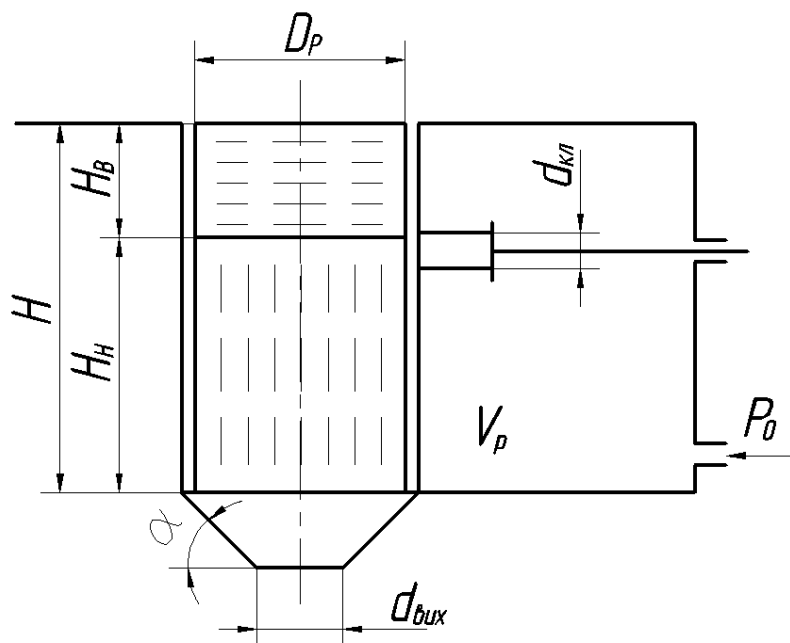


Рисунок 7.1 Схема піскострільного резервуару

### 7.3.1 Визначення діаметра гільзи піскострільного резервуару

Діаметр гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$D_p = (90 \dots 100) \sqrt[3]{m_{ст}} \quad (7.1)$$

де  $D_p$  - діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

$m_{ст}$  - маса стрижня, кг

Маса стрижня визначається за формулою:

$$m_{ст} = V_{ст} \cdot \rho_{ст} \quad (7.2)$$

де  $m_{ст}$  - маса стрижня, кг;

$V_{ст}$  - об'єм стрижня,  $см^3$ ;

$\rho_{ст}$  - ступінь ущільнення стрижня,  $г/см^3$ ;

ступінь ущільнення стрижня знаходиться в межах  $\rho_{ст} = 1,65 \dots 1,75 г/см^3$ ; [4].

Приймаємо:  $\rho_{ст} = 1,65 г/см^3$ ;

ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

Підставивши дані у формулу (7.2) отримуємо :

$$m_{\text{ст}} = 1,65 \cdot 16 \cdot 10^3 = 26400 \text{ г} = 26,4 \text{ кг}$$

Тоді, підставивши значення у формулу (7.1) розраховуємо діаметр гільзи піскострільного резервуару:

$$D_p = 90,7 \cdot \sqrt[3]{26,4} = 270 \text{ мм}$$

### 9.3.2 Визначення висоти верхньої та нижньої частини гільзи

Висота верхньої частини гільзи визначається за формулою

$$H_v = (0,4 \dots 0,6) \cdot D_p \quad (7.3)$$

де  $H_v$  – висота верхньої частини гільзи, мм;

$D_p$  – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм

Підставивши дані у формулу (7.3) отримуємо:

$$H_v = 0,5 \cdot 270 = 135 \text{ мм}$$

Висота нижньої частини гільзи визначається за формулою:

$$H_n = (1,5 \dots 1,8) \cdot D_{\text{рс}} \quad (7.4)$$

де  $H_n$  - висота нижньої частини гільзи, мм;

$D_p$  – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

Підставивши дані у формулу (7.4) отримуємо:

$$H_n = 1,5 \cdot 270 = 405 \text{ мм}$$

Загальна висота гільзи визначається за формулою:

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H=H_H+H_3 \quad (7.5)$$

де  $H$  – загальна висота гільзи, мм;

$H_3$ – висота нижньої частини гільзи, мм;  $H_H$ – висота нижньої частини гільзи, мм;

Тоді, підставивши значення у формулу (7.5) отримуємо :

$$H=405+135=540 \text{ мм}$$

### 7.3 Визначення діаметра отвору вдувного клапана

Діаметр отвору вдувного клапана визначається за формулою:

$$d_{\text{кл}}=(0,2\dots0,5)\cdot D_p \quad (7.6)$$

де  $d_{\text{кл}}$  – діаметр отвору вдувного клапана, мм;

$D_p$ – діаметр гільзи піскострільного резервуару, мм;

Підставивши дані у формулу (9.6) отримуємо :

$$d_{\text{кл}}= 0,3 \cdot 270= 81 \text{ мм}$$

Визначення площі перетину прорізів у верхній та нижній частинах гільзи

Площа перетину прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_b=(0,3\dots0,4)\cdot F_{\text{кл}} \quad (7.7)$$

де  $f_b$ – площа перетину прорізів у верхній частині гільзи,  $\text{см}^2$ ;

$F_{\text{кл}}$ – площа клапана,  $\text{мм}^2$ .

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа клапана визначається за формулою:

$$F_{\text{кл}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{кл}}^2}{4} \quad (7.8)$$

де  $F_{\text{кл}}$  – площа клапана,  $\text{см}^2$ ;

$d_{\text{кл}}$  – діаметр отвору вдуного клапана,  $\text{см}$ ;

Підставивши дані у формулу (7.8) отримуємо:

$$F_{\text{кл}} = \frac{3,14 \cdot 8,1^2}{4} = 51,5 \text{ см}^2$$

Підставивши значення площі клапана у формулу (7.7) отримуємо:

$$f_{\text{в}} = 0,38 \cdot 51,5 = 20 \text{ см}^2$$

Площа перетину прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{н}} = (0,8 \dots 1,2) \cdot F_{\text{кл}} \quad (7.9)$$

де  $f_{\text{н}}$  – площа перетину прорізів у нижній частині гільзи,  $\text{см}^2$ ;  $F_{\text{кл}}$  – площа клапану,  $\text{см}^2$ ;

Підставивши дані у формулу (7.9) визначаємо площу перетину прорізів у нижній частині гільзи:

$$f_{\text{н}} = 1,16 \cdot 51,5 = 60 \text{ см}^2$$

Визначення кількості отворів у верхній і нижній частинах гільзи  
Кількість прорізів у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$n_{\text{в}} = \frac{f_{\text{в}}}{f_{\text{пр.в}}} \quad (7.10)$$

де  $f_{\text{в}}$  – площа перетину прорізів у верхній частині гільзи,  $\text{см}^2$ ;

$f_{\text{пр.в}}$  – площа однієї прорізи у верхній частині гільзи,  $\text{мм}^2$ .

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа однієї прорізи у верхній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{пр.в}} = b_{\text{в}} \cdot l_{\text{в}}, \quad (7.11)$$

де  $f_{\text{пр.в}}$  - площа однієї прорізи у верхній частині гільзи, см<sup>2</sup>;

$b_{\text{в}}$  – ширина прорізи у верхній частині гільзи;  $b_{\text{в}}=0,8 \dots 1,0$  мм [5]. Приймаємо:  $b_{\text{в}} = 1,0$  мм = 0,1 см;

$l_{\text{в}}$  – довжина прорізи у верхній частині гільзи;  $l_{\text{в}} = 30 \dots 50$  мм [5]. Приймаємо:  $l_{\text{в}} = 50$  мм = 5 см

Підставивши дані у формулу (7.11) отримуємо:

$$f_{\text{пр.в}} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ см}^2$$

Підставивши дані у формулу (7.10) розраховуємо кількість прорізів у верхній частині гільзи:

$$n_{\text{в}} = \frac{20}{0,5} = 40 \text{ шт.}$$

Кількість прорізів у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$n_{\text{н}} = \frac{f_{\text{н}}}{f_{\text{пр.н}}} \quad (7.12)$$

де  $n_{\text{н}}$  – кількість прорізів у нижній частині гільзи, шт;

$f_{\text{н}}$  – площа перетину прорізів у нижній частині гільзи, см<sup>2</sup>;

$f_{\text{пр.н}}$  - площа однієї прорізи у нижній частині гільзи, см<sup>2</sup>;

Площа однієї прорізи у нижній частині гільзи визначається за формулою:

$$f_{\text{пр.н}} = b_{\text{н}} \cdot l_{\text{н}} \quad (7.13)$$

де  $f_{\text{пр.н}}$  – площа однієї прорізи у нижній частині гільзи, см<sup>2</sup>;

$b_{\text{н}}$  – ширина прорізи у нижній частині гільзи;  $b_{\text{н}} =$

0,3...0,5 мм [5]. Приймаємо:  $b_{\text{н}} = 0,5$  мм = 0,05 см;

$l_{\text{н}}$  – довжина прорізи у нижній частині гільзи, см;

$l_{\text{н}} = 30 \dots 50$ , мм [5]. Приймаємо:  $l_{\text{н}} = 50$  мм = 5 см;

Підставивши дані у формулу (3.13) отримаємо:

$$f_{\text{пр.н}} = 0,05 \cdot 5 = 0,2 \text{ см}^2;$$

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши площу однієї прорізи у нижній частині гільзи у формулу (7.12) розраховуємо кількість прорізів у нижній частині гільзи:

$$N_n = \frac{60}{0,2} = 300 \text{ шт.}$$

Визначення діаметра вдувного отвору насадки піскострільного резервуару

Діаметр вдувного отвору розраховується за формулою:

$$d_{\text{вих}} = (0,3 \dots 0,4) D_p \quad (7.14)$$

де  $d_{\text{вих}}$  – діаметр вихідного отвору, мм;

$D_p$  – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, мм.

Підставивши дані у формулу (7.14) отримаємо:

$$d_{\text{вих}} = 0,4 \cdot 270 = 108 \text{ мм} = 10,8 \text{ см}$$

Кут нахилу твірної конуса-посадки повинен складати  $\alpha = 60^\circ$ .

Визначення сумарного перетину вент в насадці Сумарний перетин вент визначають за формулою:

$$F_{\text{вент}} = (0,5 \dots 1,0) F_{\text{вих}} \quad (7.15)$$

де  $F_{\text{вент}}$  – сумарний перетин вент, мм<sup>2</sup>

$F_{\text{вих}}$  – площа перетину вихідного отвору, мм<sup>2</sup>

Підставивши дані у формулу (7.15) розраховуємо сумарний перетин вент:

$$F_{\text{вент}} = 1,0 \cdot \frac{3,14 \cdot 10,8^2}{4} = 91,56 \text{ мм}^2$$

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення кількості вент в насадці:

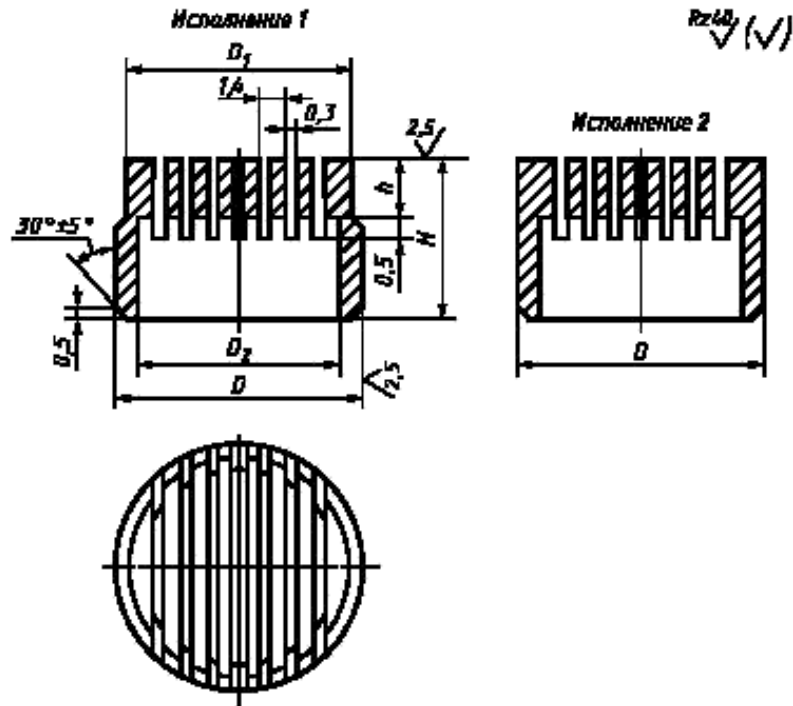


Рисунок 7.2 – Зображення вент

Згідно ГОСТ 19396-74 з довідника обираємо венту марки: 0292-11\92  
(рис 7.2)

Характеристика вент:  $D_1=12,5\text{мм}$ ,  $D_2=10\text{мм}$ ,  $N=7\text{шт}$ ,  $B_{\text{п}}=0,3\text{мм}$ ,  
 $L_{\text{ср}}=7,4\text{мм}=0,74\text{см}$ ;

де  $D_1$  – зовнішній діаметр вент, мм,

$D_2$  – внутрішній діаметр вент, мм,

$N$  – кількість пазів, шт.,

$B_{\text{п}}$  – ширина одного пазу, мм,

$L_{\text{ср}}$  – середня довжина одного паду, мм;

Кількість вент в насадці визначається за формулою:

$$n = \frac{F_{\text{вент}}}{F_1} \quad (7.16)$$

де  $n$  – кількість вент в насадці, шт;

$F_{\text{вент}}$  – сумарний перетин вент,  $\text{мм}^2$ ;

$F_1$  – площа перерізу вент,  $\text{мм}^2$ ;

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Підставивши дані у формулу (7.16) розраховуємо кількість вент в насадці:

$$n = \frac{91,56}{0,14175} = 59,05 = 60 \text{ шт.}$$

Визначаємо об'єм ресивера

Об'єм ресивера визначається за формулою:

$$V_P = V_{\Gamma} \cdot \left( \frac{\ln \frac{1}{\varphi}}{1,032 + 0,03 \cdot D_p} \right)^{3,7} \quad (7.17)$$

де  $V_p$  – ємність ресивера,  $\text{см}^3$ ;

$V_{\Gamma}$  – об'єм гільзи піскострільного резервуару,  $\text{см}^3$ ;

$\varphi$  – коефіцієнт зменшення об'ємної маси стрижня,  $\varphi = 0,01 \dots 0,05$  [5].

Приймаємо:  $\varphi = 0,03$ ;

$D_p$  – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, мм.

Об'єм гільзи піскострільного резервуару визначається за формулою:

$$V_{\Gamma} = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} \cdot H, \quad (7.18)$$

де  $V_{\Gamma}$  – об'єм гільзи піскострільного резервуару,  $\text{см}^3$ ;

$D_p$  – діаметр гільзи піскотрільного резервуару, мм;

$H$  – загальна висота гільзи, мм,

Підставивши дані у формулу (7.18) розраховуємо об'єм гільзи піскострільного резервуару:

$$V_{\Gamma} = \frac{3,14 \cdot 27^2}{4} \cdot 54 = 33461 \text{ см}^3$$

Тоді, підставивши дані у формулу (9.17) розраховуємо ємність ресивера:

$$V_p = 33461 \cdot \left( \frac{\ln \frac{1}{0,03}}{1,032 + 0,03 \cdot 27} \right)^{3,7} = 362048 \text{ см}^3 = 362 \text{ дм}^3$$

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення діаметра циліндра притискного пристрою

Діаметр циліндра притискного пристрою визначається за формулою:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{\text{пр}}}{\pi \cdot P_0}} \quad (7.22)$$

де  $D_{\text{ц}}$  – діаметр циліндра притискного пристрою, см;

$P_{\text{пр}}$  – зусилля притискання столу, кг;

$P_0$  – тиск повітря в мережі цеху, кг/см<sup>2</sup>

Підставивши дані у формулу (9.22) розраховуємо діаметр циліндра притискного пристрою:

$$D_{\text{ц}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 9990}{3,14 \cdot 5}} = 50,5 \text{ см} = 505 \text{ мм}$$

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 8.1 Мета розділу

Охорона праці – система правових, соціально-економічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі трудової діяльності. [15].

Головною метою охорони праці є створення на кожному робочому місці безпечних умов праці, безпечної експлуатації обладнання, зменшення або повна нейтралізація дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на організм людини і, як наслідок, зниження виробничого травматизму та професійних захворювань.

Мета даного розділу – аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть мати місце при роботі термічної дільниці, розробка заходів і засобів, які спрямовані на мінімізацію їх несприятливого впливу на працюючих.

### 8.2 Аналіз параметрів приміщення

План спроектованого ливарного комплексу показано на рис. 8.1. Площа цеху 720 м<sup>2</sup>. На дільниці розташоване обладнання для виготовлення виливків зі сталі та чавуну методом лиття в піщано-глинясті форми, а саме: електродугова сталеплавильна піч ДСП-3, формувальна лінія ИЛ225 та стрижнева машина 2Б83.

					ФЛ71.7112.1110.000				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Сальченко В			ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАД- ЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.		Фелопов Г.Є.							
Н. Контр.		Федоров Г.Є				НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ			
Затверд.									

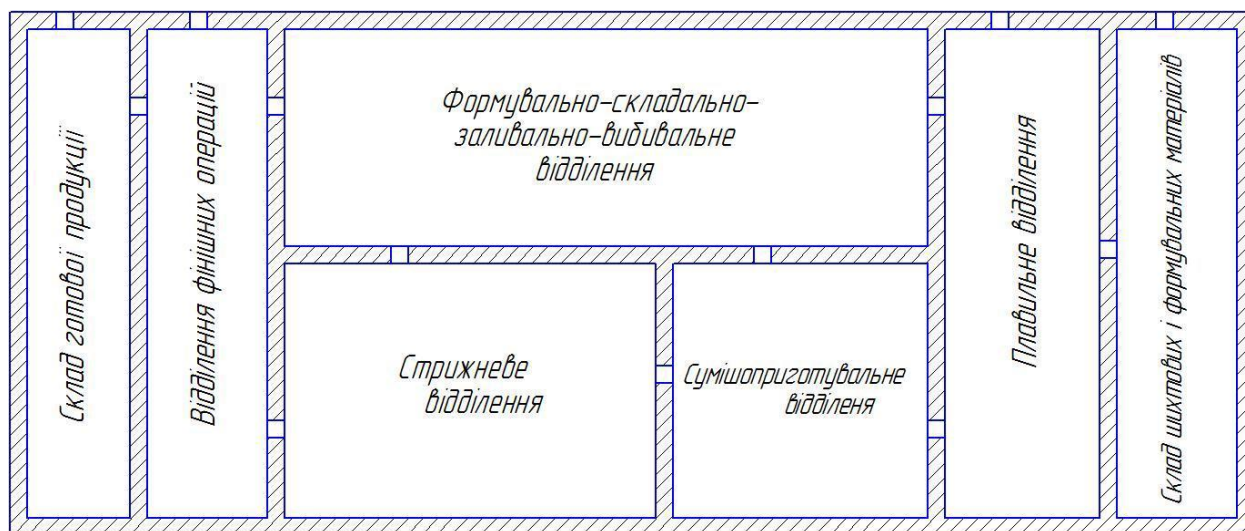


Рисунок 8.1 – Схематичне зображення цеху

### 8.3 Мікроклімат

Для забезпечення оптимального мікроклімату «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» ДСН 3.3.6.042 – 99 встановлюють оптимальні і допустимі температуру, відносну вологість та швидкість руху повітря в робочій зоні в залежності від пори року та категорії важкості робіт [16].

Згідно за ДСН 3.3.6.042 - 99, роботи за ступенем важкості відносять до середньої II б (роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням).

Оптимальні та допустимі величини температури, вологості та швидкості руху повітря наведені в табл. 8.1, що регламентується ДСН 3.3.6.042-99.

Таблиця 8.1 – Оптимальні та допустимі величини температури, вологості та швидкості руху повітря [16]

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Опт.	Допуст.	Опт.	Допуст.	Опт.	Допуст.
Холодний	Пб	17...19	15...21	40...60	70	0,3	0,4
Теплий		20...22	15...27	40...60	75	0,2	0,2...0,5

Значення параметрів мікроклімату суттєво впливають на самопочуття та працездатність людини і, як наслідок цього, рівень травматизму. Тривала дія високої температури повітря при одночасно підвищеній вологості призводить до підвищення температури тіла людини до 38...40 °С, внаслідок чого це призводить до фізіологічних порушень в організмі людини таких як: зміни у серцево-судинній системі, обміну речовин, зміни функцій внутрішніх органів, системі дихання, порушення центральної та периферичної нервових систем.

Для створення необхідних параметрів мікроклімату в виробничому приміщенні в якому використовують електродугові печі для плавлення застосовують місцеві витяжні вентиляції в комбінації з загально обмінними., а також різні опалювальні пристрої. Вентиляція являє собою зміну повітря в приміщенні, призначену підтримувати в ньому відповідні метеорологічні умови і чистоту повітряного середовища. Вентиляція приміщень досягається видаленням з них нагрітого або забрудненого повітря і подачею чистого зовнішнього повітря.

В спроектованому цеху встановлено приливно-витяжну вентиляцію для забезпечення підвищеного і надійного обміну повітря. Над електродуговими печами встановлено допоміжну місцеву витяжну вентиляцію.

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 8.4 Аналіз освітленості приміщення

Освітлення буває трьох видів: природне, штучне і суміщене [17]. Природне у свою чергу поділяється на бічне, верхнє та комбіноване. Штучне – загальне і комбіноване. Характеристика зорової роботи поділяється за класами точності : 1) найвищої точності, 2) дуже високої, 3) високої, 4) середньої, 5) малої, 6) дуже малої точності.

Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці; при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Надмірна яскравість джерел світла може спричинити головний біль, різь в очах, розлад гостроти зору; світлові відблиски – тимчасове засліплення.

На ділянці буде використовуватися система сумісного освітлення – освітлення, при якому в світлий час доби використовується природне та штучне освітлення. При цьому, недостатнє, за умовами зорової роботи, природне освітлення доповнюється допоміжними світильниками, установлених на еластичних підвісах. Природне освітлення на ділянці – бокове, тобто здійснюється через бокові світлові прорізи в зовнішніх стінах з західної сторони. В світлий час доби (вдень) використовуватиметься, в основному, природне освітлення. Воно забезпечує добру освітленість та сприятливо впливає на зір, економічне. Природне освітлення повністю задовольняє встановленим нормам, що дозволяє в денний час економити електроенергію.

Для створення сприятливих умов зорової роботи рівень освітленості робочих поверхонь має відповідати гігієнічним нормам для даного виду роботи згідно ДБН В.2.5-28-2006 [17].

Для штучного освітлення передбачається розміщення світильників у верхній зоні приміщення для здійснювання загального рівномірного освітлення. Спочатку розраховується приблизна кількість світильників загального освітлення на ділянці за формулою:

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = (A \cdot B) / L^2 \quad (8.1)$$

$A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, м;

$L$  – відстань між рядами світильників, м.

$H_p$  – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м, визначається виходячи з наступного:

$$H_p = H - h_p - h_c, \quad (8.2)$$

$h_p = 1$  м, висота робочої поверхні над підлогою;

$h_c = 3$  м, відстань світлового центру світильника від стелі.

$$H_p = 10 - 1 - 3 = 6 \text{ м}$$

Оптимальна відстань між світильниками при багаторядному розташуванні, визначається:

$$L = 1,5 \cdot H_p \quad (8.3)$$

Тоді:

$$L = 1,5 \cdot 6 = 9$$

Звідси:

$$N = (30 \cdot 24) / 9^2 = 10$$

Далі визначається світловий потік однієї лампи світильника  $\Phi$  за формулою:

$$\Phi = (E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta), \quad (8.4)$$

де  $E_n$  – нормована освітленість, 300 лк,;

$S$  – площа приміщення, що освітлюється, м<sup>2</sup>;

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_3$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп,  $K_3 = 1,5$  при освітленні газорозрядними лампами;

$Z$  – коефіцієнт нерівномірності освітлення,  $Z = 1,15$  для ДРЛ;

$N$  – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 8.1)

$n$  – кількість ламп в світильнику, для світильників з дуговими ртутними лампами, приймаємо тип світильника РСП 05-700-021 із кількістю ламп  $n = 1$ ;

$\eta$  – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі,  $\rho_{\text{стелі}} = 50 \%$ , стін,  $\rho_{\text{стін}} = 30\%$ , для світильників з ДРЛ лампами; значення  $\eta$  визначається в залежності від індексу приміщення  $i$ :

$$i = (A \cdot B) / (H_p \cdot (A + B)), \quad (8.5)$$

Звідси:

$$i = (30 \cdot 24) / (6 \cdot (30 + 24)) = 2,2,$$

Знаючи індекс приміщення  $i$ , за таблицею [17] знаходимо  $\eta = 0,53$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку  $\Phi$ :

$$\Phi = (300 \cdot 216 \cdot 1,15 \cdot 1,5) / (10 \cdot 1 \cdot 0,53) = 21090 \text{ лм}$$

Визначивши світловий потік лампи  $\Phi$ , вибирається найближча стандартна лампа причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на  $(-10) - (+20) \%$ , в даному випадку це дугова ртутна лампа ДРЛ 400 з світловим потоком 24000 лм і потужністю 400 Вт. Різниця між світловим потоком лампи і розрахунковим становить 8 %, що в межах норми. Розраховується необхідна кількість світильників у приміщенні  $N_H$  за формулою:

$$N = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta) \quad (8.6)$$

Тоді:

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$N = 300 \cdot 216 \cdot 1,5 \cdot 1,15 / (21900 \cdot 1 \cdot 0,53) = 9,2$$

Приймаємо кількість світильників 10 шт.

На рисунку 8.1 показано схему розташування світильників.

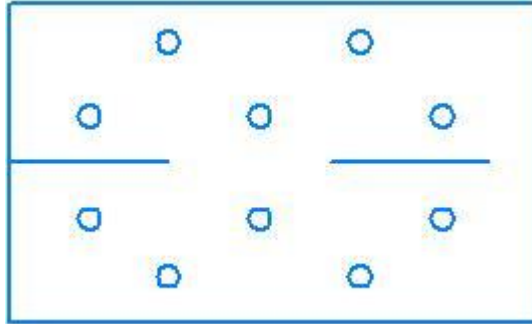


Рисунок 8.1 – Схема розташування світильників

Розраховується очікувана освітленість у приміщенні  $E_p$  за необхідної кількості світильників  $N_H$  і відомих всіх інших значеннях за формулою:

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_s) \quad (8.7)$$

Тоді:

$$E_p = (24000 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 0,53) / (216 \cdot 1,15 \cdot 1,5) = 341 \text{ лк}$$

Очікувана освітленість на робочому місці складає 341 лк і відповідає нормі для даних робіт, що встановлені ДБН В.2.5: 28-2006

Таблиця 3.2 – Норми освітленості для ділянок цеху

Назва ділянки	Освітленість при штучному освітленні, лк		Значення КПО, %	
	Комбіноване	Загальне	Природне освітлення	Суміщене освітлення
Пічна зала	-	75	0,85	0,5
Робочі місця біля печей	200	150	2,3	0,8
Контрольно-вимірювальні прилади	300	200	2,3	0,8

Робочі місця контролерів ВТК	500	200	3,1	1,8
------------------------------	-----	-----	-----	-----

Для штучного освітлення виробничих та складальних приміщень слід передбачити газорозрядні лампи низького та високого тиску. У випадку неможливості або техніко-економічної недоцільності їх використання допускається запускатися використання ламп накаливання. Для місцевого освітлення передбачені світильники з непросвічуючими відбивачами, які планується встановлювати на робочих місцях контролерів ВТК та мають захисний кут не менше 30°. Допускається передбачити світильники місцевого освітлення з відбивачами, які мають захисний кут від 10 до 30° при розташуванні їх нижче рівня очей працюючого. Правильно організоване освітлення позитивно впливає на діяльність центральної нервової системи, знижує енерговитрати організму на виконання певної роботи, що сприяє підвищенню працездатності людини, продуктивності праці і якості продукції, зниженню виробничого травматизму.

Для освітлення в цеху у світлий період доби застосовується природне-бокове освітлення, яке надходить крізь віконні отвори ( $S_v=210 \text{ м}^2$ ) та ліхтарі ( $S_{\text{ліх}}=215 \text{ м}^2$ )

#### 4.5 Аналіз шуму та вібрації

Устаткування, яке має бути установленим на дільниці, являється джерелом шуму та вібрації. Головними шумовими агрегатами буде робота витяжної вентиляції марки С4.70-3.2, яка знаходиться над плавильними печами, дугові печі ДСП-3, формувальна лінія ИЛ225, вибивні грати..Характер шуму вентиляції тональний. Тривалість роботи вентиляції залежить від тривалості роботи плавильної печі(8 годин на зміну). Фактичний шум від вентиляції складає 65 ДБА. Нормування тонального шуму здійснюється відповідно з ГОСТ 12.1.003-83 [18]. Згідно цих норм загальний рівень шуму в приміщенні

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цеху не повинен перевищувати 75 ДБА. Оскільки шум в цеху не перевищує встановлені норми, то шкідливого впливу на людину не відбувається.

Вібрація – це механічні коливання пружних тіл або коливальні рухи механічних систем.

Джерелами вібрації в цеху мають бути машини з обертовими частинами (електродвигуни, формувальні та стрижневі машини, вибивні грати тощо).

Для забезпечення вібраційної безпеки праці повинен бути організований ефективний контроль встановлених норм і вимог. На дільниці забезпечуються санітарні норми вібраційного навантаження на оператора при всіх передбачених умовах експлуатації обладнання та без обмеження часу застосування обладнання на протязі зміни.

Вібраційна безпека праці на дільниці забезпечується:

- а) амортизаторами для гасіння коливань;
- б) розробленими схемами розміщення пристроїв з врахуванням створення мінімальних рівнів вібрації на робочих місцях.

#### 8.6 Аналіз загазованості та запиленості

Джерелами забруднення атмосфери в таких цехах будуть дугові плавильні печі, формувальні лінії, агрегати для термічного оброблення, нагрівальні печі, що працюють на рідкому і газоподібному паливі, а також дробоструминні, дробоскидувальні камери. В процесі роботи цих агрегатів та установок в атмосферу викидаються пари й продукти горіння мастил, аміак, ціанистий водень, пил та ін. Основним видом пилу в дільниці є випари мастил від масляних печей.

Чистота повітря в цеху визначається вмістом пилу і шкідливих речовин. За ГОСТ 12.1.005-88. встановлені гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони виробничих приміщень [19].

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту органів дихання від попадання в них пилу в слід використовувати протипилові респіратори. Для локалізації шкідливих речовин встановити механічні витяжки вентиляція над масляними ваннами та гідропіско-струменевою установкою, марки С4.70-3.2.

## 8.7 Теплове випромінювання

При роботі з піччю для плавлення металу струмів високої частоти існує небезпека теплового впливу на організм людини, який викликає інфрачервоне випромінювання. Джерелами теплового випромінювання є дугова піч ДСП-3. Інфрачервоне випромінювання впливає на функціональний стан людини, його центральну нервову систему, серцево-судинну систему, а також може викликати цілий ряд патологічних змін в стані очей. Допустима густина потоку ІЧВ встановлена з урахуванням області випромінювання. У відповідності з "Санітарними нормами мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 ". інтенсивність опромінення ІЧВ від відкритих джерел (нагрітий метал та нагрівачі) не повинна перевищувати  $140 \text{ Вт/м}^2$  при опроміненні не більш ніж 25 % поверхні тіла і обов'язковому застосуванні засобів індивідуального захисту, в тому числі засобів захисту обличчя та очей. Захист від інфрачервоного випромінювання буде здійснено екрануванням джерел випромінювання за допомогою теплоізолюючих матеріалів. В якості засобів індивідуального захисту застосовуватимуться рукавиці суконні, для захисту очей від впливу ІЧВ – окуляри зі спеціального жовто-зеленого скла.

## 8.8 Електробезпека

На ливарному комплексі планується використання трифазної мережі з глухозаземленою нейтраллю. Електричні печі, установка струмів високої частоти, гідропіскоструменева машини та мийні машини живляться струмами промислової частоти з напругою 380 В і потужністю 300 кВт. Приміщення

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою для життя. Через те, що воно характеризується наявністю струмопровідної підлоги, в даному випадку на ділянці наявна залізобетонна підлога та наявністю великої кількості електричних приладів, що мають металевий корпус і наявність легкозаймистих речовин, що зберігаються на складах цеху.

Безпека експлуатації електропечей в термічному цеху забезпечується при застосуванні ряду механічних засобів. До числа засобів, які використовуються при нормальному режимі роботи, відносяться: зниження робочої напруги, робоча ізоляція струмоведучих частин, встановлення пристроїв, які відключають живлення, наприклад, в період завантаження печі, попереджувальна сигналізація, огороження та ін..

Для усунення небезпеки ураження струмом у випадку доторкання до корпусу установки або до інших не струмоведучих металевих частин, які опинились під напругою при замиканні на корпус, застосовується захисне заземлення.

Для зниження робочої напруги в термічних печах передбачені трансформатори, які знижують напругу. При цьому дозволяється встановлення лише сухих трансформаторів. Величина робочої напруги залежить від температури, яка вимагається та потужності печі, а також від матеріалу, розмірів та форми нагрівачів. Всі струмоведучі частини печей та електроустановок надійно ізолювані. При цьому опір ізоляції на ділянці мережі між запобіжниками повинен складати не менше 0,5 МОм.

В даному випадку заземлене обладнання, яке знаходиться під напругою і безпосередньо з яким контактує людина, а саме: дугова піч ДСП -3, формувальна лінія ИЛ225, стрижнева машина 2Б83.

## 8.9 Пожежна безпека

Основні причини виникнення пожежі в ливарному комплексі – загорання масла в гартувальному баку під час гартування або під час низького

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відпуску у масляній ванні, загоряння електропроводки, використання легкозаймистих речовин, наявність відкритого джерела вогню.

Категорія приміщення за пожежною безпекою Г (ДСТУ Б В.1.1-36:2016).

Для ліквідації пожеж в цеху передбаченні вогнегасники ОУ – 2, ОУ – 5, ОУ – 8 або ОП – 1, ОП – 2, ОП – 5, ОП – 10 [18]. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100 м<sup>2</sup> площі цеху. Виходячи із площі цеху 720 м<sup>2</sup>, приймаємо 8 вогнегасників.

Для забезпечення в цеху пожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- 1) навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;
- 2) біля цеху передбачені проїзні дороги;
- 3) біля можливих місць виникнення пожежі розміщується такий інвентар: ящики, пожежні ломи, багри, сокири, азбестове полотно;
- 4) всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізольовані і розташовані на небезпечній відстані від можливих джерел появи полум'я;
- 5) на випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Розрахунок витрат води на зовнішнє та внутрішнє гасіння пожежі будівлі термічного цеху

Об'єм будівлі 6120 м<sup>3</sup>.

Витрату води на зовнішнє гасіння пожежі визначаємо за формулою

$$Q_{\text{зовн}} = 3600 \cdot q_1 \cdot T_1, \quad (8.8)$$

де  $q_1$  – витрата води на одну пожежу, л;

$T_1$  – розрахункова тривалість зовнішнього гасіння пожежі, год (3 год).

Звідси:

$$Q_{\text{зовн}} = 3600 \cdot 10 \cdot 3 = 108000 \text{ л};$$

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо витрату води на внутрішнє гасіння пожежі:

$$Q_{\text{вн}} = 3600 \cdot n \cdot q_2 \cdot T_2, \quad (8.9)$$

Де  $n$  – кількість струменів;

$q_2$  – мінімальна витрата води на один струмінь, л\хв;

$T_2$  – розрахунковий час роботи пожежних кранів, год.

Тоді:

$$Q_{\text{вн}} = 3600 \cdot 4 \cdot 2,5 \cdot 3 = 117000 \text{ л}$$

Загальна розрахункова витрата води на внутрішнє та зовнішнє гасіння пожежі у вказаній будівлі становить:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{зовн}} + Q_{\text{вн}}, \quad (8.10)$$

Тоді:

$$Q_{\text{заг}} = 108000 + 117000 = 225000 \text{ л.}$$

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 будівля відноситься до I ступеня будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів)) [20].

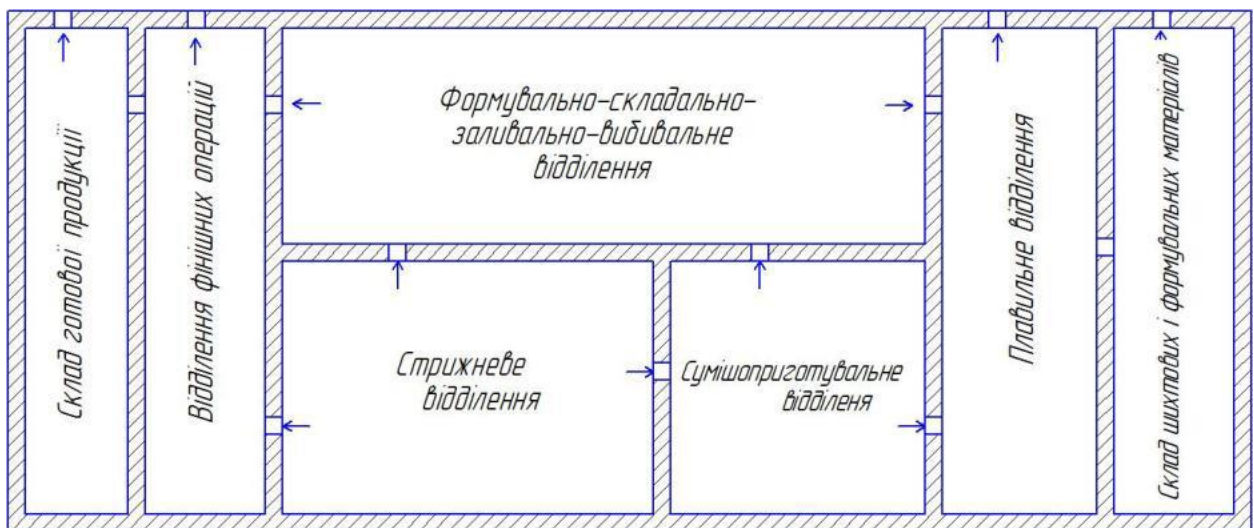
Дуже часто пожежі на виробництві спричинені необережним поведінням з вогнем (паління в недозволених місцях та виконання так званих вогневих робіт).

Для організації ефективної роботи із запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідації їхніх наслідків, зниження масштабів втрат та збитків дуже важливо знати причини їх виникнення та володіти теорією виникнення катастроф.

Пожежі через виникнення коротких замикань, перевантаження електродвигунів, освітлювальних та силових мереж внаслідок великих місцевих опорів, роботу несправних або залишених без нагляду електронагрівальних

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приладів складають більше 25% всіх випадків. Короткі замикання виникають внаслідок неправильного монтажу або експлуатації електроустановок, старіння або пошкодження ізоляції. Струм короткого замикання залежить від потужності джерела струму, відстані від джерела струму до місця замикання та виду замикання. Великі струми замикання викликають іскріння та нагрівання струмопровідних частин до високої температури, що супроводжується займанням ізоляції провідників та горючих будівельних конструкцій, котрі знаходяться поряд. Струмові перевантаження виникають при ввімкненні до мережі додаткових споживачів струму або при зниженні напруги в мережі. Тривале перевантаження призводить до нагрівання провідників, що може викликати і займання.



#### 8.10 Забезпечення безпеки в надзвичайній ситуації (НС)

Щодня у світі фіксуються надзвичайні ситуації – події, при яких відбувається порушення нормальних умов життя і діяльності людей і які можуть призвести до загибелі людей та значних матеріальних втрат, істотного погіршення стану довкілля.

9 січня 2014 р Постановою Кабінету Міністрів № 11 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про єдину державну систему цивільного захисту». Згідно якого залежно від територіально-

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



го поширення є: надзвичайні ситуації загальнодержавного рівня; регіонального рівня; місцевого рівня; об'єктового рівня. За характером походження подій, котрі зумовлюють виникнення НС розрізняють: техногенні, природні, соціально-політичні та військові надзвичайні ситуації.

Основні заходи для уникнення НС:

- розроблення і виконання цільових і науково-технічних програм і заходів щодо запобігання НС, забезпечення безпеки і захисту населення, зменшення можливих матеріальних втрат, забезпечення сталого функціонування об'єктів економіки та збереження національної культурної спадщини у разі виникнення НС;
- ведення спостереження і здійснення контролю за станом довкілля, обстановкою на потенційно небезпечних об'єктах і прилеглих до них територій;
- вдосконалення процесу підготовки персоналу уповноважених органів з питань НС та цивільного захисту, підпорядкованих їм сил;
- організація навчання населення методів і користування засобами захисту, правильних дій у цих ситуаціях;
- створення і поновлення резервів матеріальних та фінансових ресурсів для ліквідації НС;
- здійснення цільових видів страхування;
- оцінка загрози виникнення НС та можливих її наслідків.

Основні заходи у режимі діяльності у НС:

- організація захисту населення і території;
- переміщення оперативних груп у район виникнення НС;
- організація роботи, пов'язаної з локалізацією або ліквідацією НС, із залученням необхідних сил та засобів;
- визначення межі території, на якій виникла НС;

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- здійснення постійного контролю за станом довкілля на території, що зазнала впливу наслідків НС, обстановкою на аварійних об'єктах і прилеглий до них території;

- інформування органів управління щодо рівня НС та вжитих заходів, пов'язаних з реагуванням на цю ситуацію, оповіщення населення та надання йому необхідних рекомендацій щодо поведінки в умовах, які склалися.

Основну частину робіт, пов'язаних з реагуванням на надзвичайну ситуацію або усуненням загрози її виникнення, виконують сили цивільного захисту підприємства. На ділянці надзвичайною ситуацією може бути пожежа - неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, яке призводить до матеріальної шкоди, що розповсюджується в часі і просторі.

Рівні надзвичайних ситуацій:

- загальнодержавний;
- регіональний;
- місцевий;
- об'єктовий;

Серед найбільш вірогідних надзвичайних ситуацій в цеху може бути пожежа. Вона відноситься до надзвичайних ситуацій техногенного характеру. Горіння може бути гомогенним та гетерогенним. В даному випадку пожежа може характеризуватись гетерогенним горінням. За швидкістю поширення полум'я горіння поділяється на дефлаграційне, вибухове та детонаційне. При дефлаграційному горінні швидкість полум'я в межах декількох м/с.

Відповідальні особи перед закриттям приміщення проводять ретельний огляд. Перекривають воду та обезструмлюють усі установки. Ключі здають черговому вахтеру.

Якщо пожежа трапилась, потрібно виконувати наступні правила:

- не створювати паніки.
- чітко усвідомлювати порядок виходу з приміщень.

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– допомагати іншим робітникам в разі необхідності

### Висновки

В даній роботі проведений аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які передбачають умови, при яких може виникнути небезпека ураження організму. Запропоновано заходи для уникнення травмування.

Отже, на основі вище зазначеного можна зробити висновок, що мікроклімат, організація робочого місця, освітлення в цеху відповідають вимогам санітарних норм. А рівень шуму, вібрацій та випромінювання не перевищує допустимих норм.

					ФЛ71.7112.0000.03 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 9.1 Розрахунок капітальних вкладень

Капітальні вкладення у виробничі фонди цеху, що проектується складаються з капітальних вкладень в основні фонди (придбання обладнання, транспортних засобів, оснастки інструменту, інвентарю та будівельно-монтажні роботи) та оборотних нормованих засобів (витрати на утворення запасів матеріалів, швидкозношуваних інструментів, запасних частин для поточного ремонту обладнання та ін.). Вартість транспортування устаткування та його монтаж і наладку приймаємо у розмірі 15% від його ціни. Розрахунок капітальних витрат на обладнання приведені в таблиці 9.1.

Таблиця 9.1 - Розрахунок капіталовкладень в устаткування

Найменування устаткування, його модель або технічна характеристика	Кількість, одиниць	Вартість за одну одиницю, тис.грн	Загальна вартість, тис. грн	Витрати на транспортування і монтаж, тис. грн	Всього, тис.грн
<b>Основне технологічне устаткування</b>					
Стрижнева машина 2Б83	1	250	250	30	280
Стрижнева машина Л9128Б9	1	280	280	40	320
Електродугова піч, ДСП - 3	4	250	100	300	400
Лінія ИЛ225	1	50	50	15	65
Лінія ЛН218	1	90	90	15	105
Мостовий кран	1	20	20	4	24
Стелажі для зберігання технологічної оснастки	4	5	20	1	21
<b>Загалом по цеху</b>					<b>1215 грн</b>

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо капітальні вкладення в будівництво будівлі цеху. Як було визначено в будівельній частині проекту, будівля цеху являє собою будівельну конструкцію довжиною 30 м, шириною 24 м та висотою 8,4 м, загальною площею 720 м<sup>2</sup>. Капітальні вкладення в будівельно-монтажні роботи визначаємо виходячи з площі та об'єму цеху, а також нормативної вартості будівництва та санітарно - технічних робіт 1 м будівлі. Необхідно також врахувати витрати на будівництво фундаменту та майданчиків для обладнання.

Таблиця 9.2 – Розрахунки капітальних вкладень на будівництво цеху

Елементи вкладень						Одиниця вимірювання	Об'єм будівлі, м³	Вартість, тис. грн.	
								Одиниці	Загальна
1. <i>Виробничі приміщення</i>						м³	17901	600	8754
1.1 Водопостачання								4,0	44,36
1.2 Каналізація								3,5	22,06
1.3 Електропроводка								6	28,05
1.4 Вентиляція								6,0	28,54
Всього									8877,5
2. <i>Побутові приміщення</i>						м³	1200	500	1324
						ФЛ	71.7112.111	0.000	Арк.
							5	9,06	
Змн.	Арк.	21	Водопостачання	Підпис	Дата				

2.2 Каналізація			12	24,36
2.3 Електропроводка			7,0	12,7
2.4 Вентиляція			9,0	18,4
Всього				1388,52
<b>Загальна вартість будівлі</b>				<b>10266,02</b>

Розраховуємо норматив оборотних коштів. Найбільшим за розміром є поточний запас матеріалів.

Середній поточний запас ( $З_m$ ) визначається за формулою:

$$З_m = \frac{M_d \cdot T_{пост}}{2}$$

де  $M_d$  - середньодобове споживання сировини та матеріалів, грн.;

$T_{пост}$  - інтервал поставки в днях (приймається в межах 15-30 днів).

Середньодобове споживання матеріалів визначається як вартість річної потреби в основних та допоміжних матеріалах, сировині, запасних частинах, інвентарю, спецодягу тощо, розділених на 240 (де 240 – розрахункове число днів за рік).

$$З_m = 537400 \cdot 30 / 240 \cdot 2 = 33587,5 \text{ грн.}$$

Величину всіх інших елементів загального нормативу оборотних коштів (транспортного, підготовчого та резервного запасів матеріалів; незавершеного виробництва; витрат майбутніх періодів; готової продукції на складі та ін.) приймаємо на рівні 50% від розрахованого нормативу поточних запасів, що складає 16,7 тис. грн. Загальний розмір капіталовкладень у формування оборотних коштів дорівнює сумі вартості всіх вказаних елементів.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, загальний річний норматив оборотних коштів (  $H_{заг}$  ) по об'єкту, що проектується, складе:

$$H_{заг} = 1,5 \cdot Z_m ,$$

де  $Z_m$  – норматив поточних запасів;

$$H_{заг} = 1,5 \cdot 33587,5 = 50381.4 \text{ грн.}$$

Після цього розраховуємо загальні капітальні вкладення в об'єкт, що проектується (табл. 9.3).

Таблиця 9.3 - Розрахунок загальних капітальних вкладень

Елементи капіталовкладень	Сума	
	тис. грн.	%
1. Будівлі:		18,36
1.1. Виробничі	8877,5	
1.2. Побутові	138,52	7,84
2. Устаткування		16,27
2.1. Основне технологічне	1215	
3. Норматив оборотних коштів	50,38	57,53
Всього капіталовкладень у виробничі фонди	<b>11531,08</b>	<b>100%</b>

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.2 Визначення планової собівартості одиниці продукції

З метою визначення економічної доцільності запроектованого виробництва певного виду продукції розраховують її собівартість, яка являє собою грошовий вираз витрат підприємства на виробництво і реалізацію цієї продукції. Процес обчислення собівартості окремих видів продукції називають калькулюванням.

У промисловості найчастіше застосовується така номенклатура калькуляційних статей витрат:

- сировина і матеріали (за вирахуванням зворотних відходів);
- паливо та енергія на технологічні цілі;
- основна заробітна плата технологічних робітників;
- додаткова заробітна плата технологічних робітників;
- єдиний соціальний внесок;
- витрати на утримання і експлуатацію устаткування;
- загальновиробничі витрати;
- втрати внаслідок технічно неминучого браку;
- інші виробничі витрати;
- адміністративні витрати;
- витрати на підготовку та освоєння нового виробництва;
- позавиробничі витрати на збут продукції.

Сума перших дев'яти статей становить виробничу собівартість, а сума всіх 12 статей – повну собівартість виготовленої продукції.

Для кожного об'єкта калькулювання вибирається калькуляційна одиниця – одиниця його кількісного вимірювання. Калькуляційна одиниця для продукції об'єкту, що проектується - *порошкова металургія, виробництво спечених виробів та композиційних матеріалів* - одна тонна, один кілограм, один виріб.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



На стадії проектування складається планова калькуляція собівартості продукції, яка дозволяє здійснити техніко-економічне обґрунтування розробленого проекту цеху чи виробничої ділянки.

### 9.1.3 Розрахунок витрат на сировину і матеріали

Витрати на сировину і матеріали розраховуються як сума добутків норм витрачання різних видів сировини й матеріалів (за даними матеріальних балансів див. таблицю 1.6) та вартості одиниці відповідних видів сировини й матеріалів.

Виконані розрахунки оформлюють по формі (табл. 9.4).

Таблиця 9.4 - Розрахунок вартості сировини основних і допоміжних матеріалів річну виробничу програму

Найменування видів сировини і матеріалів	Одиниця виміру	Витрати на річну програму	Оптова ціна за одиницю, грн.	Коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати	Сума за річну потребу, грн. (тис. грн.)
Сировина та основні матеріали					
Кварцовий пісок К016А6	кг	5712,8	60	1,1	376,2
Смола ФФ-ІФ	кг	120,5	120	1,1	158,4
Затверджувач БСК	кг	60,5	42,5	1,1	2,8
<b>Всього вартість сировини та матеріалів</b>					<b>537,4</b>

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення коефіцієнта, що враховує додаткові транспортно-заготівельні витрати, рекомендується приймати на рівні 1.1 – 1.2.

#### 9.1.4 Витрати на паливо та енергію

До цієї статті калькуляції відносять вартість річних затрат технологічних енергоносіїв: електроенергії, природного газу, пари, стиснутого повітря, гарячої води та ін. носіїв енергії. Суму витрат обчислюють у відповідності до норм витрат певних видів енергоресурсів і діючих тарифів та цін.

У разі відсутності норм витрат електроенергії використовують розрахунковий метод, за яким витрачання цього виду ресурсів визначають по встановленій потужності токоприймачів, планового фонду часу роботи відповідного устаткування та коефіцієнта втрат електроенергії.

Розрахунок кількості електроенергії та інших джерел енергоносіїв, яка необхідна для забезпечення нормальної роботи цеху приведений в енергетичному розділі див. таблицю 3.1 та 3.2. Вартість витрат електричної енергії на освітлення та обладнання береться 1,81 грн. за кВт-год (згідно постанови НКРЕКП від 24.11.2016 р. №2019). Дані по енергозатратам приведені у таблиці 6.5.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.5 – Відомість витрат енергоносіїв (електроенергії, води)

Споживачі енергоносіїв	Вид енергоносія	Одиниця виміру	Річні витрати	Ціна електроенергії за 1 кВт·год	Вартість на рік, тис. грн
Операції у відповідності до технологічного процесу (технологічне та допоміжне устаткування)	електроенергія	кВт·год	251509	1,81	45,523
Освітлення виробничих та побутових приміщень	електроенергія	кВт·год	18071,8	1,81	32,709
Господарчо-санітарні потреби	технічна вода	тис. м <sup>3</sup>	9,8	900	8,82
<b>Загально річна вартість енергоносіїв</b>					<b>86,2</b>

## 9.1.5 Витрати на утримання і експлуатацію устаткування

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію устаткування» є комплексною й охоплює амортизаційні відрахування на повне відтворення виробничого устаткування, підйомно-транспортних засобів; витрати на проведення усіх видів ремонту та міжремонтного обслуговування.

Норматив витрат на цю статтю встановлюється кожним підприємством у відсотках до статті «Основна заробітна плата технологічних робітників» або

до балансової вартості всього технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного устаткування.

У разі відсутності даних по підприємству-аналогу, цей норматив можна приймати на рівні 30-50% від розрахованої суми капіталовкладень у даний вид основних засобів (табл. 9.1):

$$1215 \cdot 0,3 = 364 \text{ тис. грн.}$$

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.6 Загальновиробничі витрати

До цієї статті планової калькуляції належать:

- амортизація основних фондів та нематеріальних активів загальновиробничого призначення;
  - витрати на управління виробництвом в межах виробничого об'єкта, що проектується (оплата праці апарату управління цеху чи дільниці з відрахуваннями на соціальні заходи, витрати на службові відрядження, офісні витрати в межах цеху чи дільниці);
  - витрати на утримання, експлуатацію та ремонт основних фондів загальновиробничого призначення;
  - витрати на удосконалення технології та організації виробництва;
  - витрати на освітлення, опалення, водопостачання виробничих приміщень;
  - витрати на охорону праці, техніку безпеки і охорону навколишнього середовища та ін.

Загальновиробничі та загальногосподарські витрати встановлюють на рівні 100-250% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$610,8 \cdot 1,8 = 1099,44 \text{ тис. грн.}$$

### 9.1.7. Витрати внаслідок технічно неминучого браку та інші виробничі витрати

При калькулюванні собівартості продукції «Витрати внаслідок технічно неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» часто об'єднують в одну статтю витрат, а іноді ці обидві статті включають до складу «Загальновиробничих витрат». Норматив вказаних витрат встановлюється по даним підприємства-аналога, а при відсутності таких даних на рівні:

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Витрати внаслідок технічного неминучого браку» та «Інші виробничі витрати» 5-15% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$610,8 \cdot 0,07 = 42,756 \text{ тис. грн.}$$

#### 9.1.8 Адміністративні витрати

Калькуляційна стаття «Адміністративні витрати» включає витрати на обслуговування та управління підприємством: оплата праці працівників апарату управління підприємством з відрахуванням на соціальні заходи; утримання, ремонт та обслуговування загальнозаводських основних фондів; витрати на підготовку та перепідготовку кадрів; оплата послуг банків; страхування майна підприємства; витрати на сторожову та пожежну охорону; податки та інші обов'язкові платежі тощо.

Значення цієї статті витрат встановлюється у відповідності до нормативу підприємства-аналогу, бо на різних підприємствах адміністративні витрати коливаються в межах 50-200% від основної заробітної плати технологічних робітників:

$$610,8 \cdot 0,9 = 549,72 \text{ тис. грн.}$$

#### 9.1.9 Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва

До цієї статті належать витрати:

- на підготовку та освоєння нової продукції;
- ☐ на освоєння нових технологічних процесів;
- на запуск у виробництво нових цехів, діляниць і окремих агрегатів;
- на винахідництво і раціоналізацію та деякі інші.

Норматив вказаних витрат встановлюють за даними підприємства-аналога, у разі їх відсутності на рівні 30-50% від величини статті «Основна заробітна плата технологічних робітників»:

$$610,8 \cdot 0,5 = 305,4$$

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 9.1.10 Позавиробничі витрати на збут продукції

Дана стаття включає витрати на реалізацію продукції підприємства:

- відшкодування вантажно-розвантажувальних, складських, пакувальних, транспортних і страхових витрат;
- маркетингові витрати (реклама, участь у виставках, дослідження ринку);
- витрати на гарантійний ремонт та гарантійне обслуговування;
- сплата експортного мита, митних зборів тощо.

Величину витрат по цій статті студент уточнює під час переддипломної практики.

У відсотках до виробничої собівартості (сума 9-ти попередніх статей калькуляції. ) витрати на збут становлять близько 5-10%:

$$(1215 + 10266,02 + 11531,08 + 537,4 + 86,2 + 364 + 1099,44 + 42,8 + 549,72) \cdot 0,1 = 2569,16 \text{ тис.грн}$$

### 9.1.11 Складання планової калькуляції собівартості продукції

На основі виконаних розрахунків розробляємо основний документ економічної частини проекту планова калькуляція собівартості продукції (табл. 9.6).

Таблиця 9.6 - Планова калькуляції собівартості річного обсягу виробництва продукції

Статті витрат					Одиниця виміру	Кількість на річну програму	Планова ціна за одиницю, грн.	Витрати на річну програму, тис. грн.	
1					2	3	4	5	
1. Основні матеріали					кг	5712,8	60	376,2	
1.1 Кварцовий пісок K016A6									
1.2 Смола ФФ-ІФ									
1.3 Затверджувач БСК					кг	60,5	42,5	2,8	
2. Паливо та енергія для технологічних цілей					кВт-год	269590,6	1,81	487,95	
2.1 Електроенергія									
2.2	Технічна вода				тис.м3	9,8	900	8,8	Арк.
3.	Основна заробітна плата								
технологічних робітників								610,8	

4. Додаткова заробітна плата технологічних робітників		329,8
5. Єдиний соціальний внесок (22%)		134,3
6. Витрати на утримання і експлуатацію устаткування		364
7. Загальновиробничі та загальногосподарські витрати		1099,4
8. Втрати внаслідок технічного неминучого браку		42,75
9. Адміністративні витрати		549,72
10. Витрати на підготовку та освоєння нового виробництва		305,4
11. Позавиробничі витрати на збут продукції		2569,16
12. Інші виробничі витрати		50
<b>Всього повна собівартість річного обсягу виробництва продукції</b>		<b>7089,53</b>

Річна продуктивність цеху становить 10000000 кг, маса виробу складає 80 кг, то річна продуктивність відповідно 125000 шт./рік

Тому повна собівартість 1 кг продукції складає  $7089530 / 10000000 = 0,7$  грн/кг, або 56,7 грн/шт.

#### 9.1.12 Оцінка ефективності проектних рішень

Порівняння здійснюємо за такими показниками:

- трудомісткість продукції (зворотний показник продуктивності живої праці);
- капіталомісткість (фондомісткість) продукції;
- ☐ період окупності капітальних витрат.

Трудомісткість продукції визначається як відношення витраченої кількості праці до загального обсягу виробленої продукції. Технологічна трудомісткість одиниці продукції розраховується як сума витрат часу по окремим операціям технологічного процесу. Менш точно технологічну трудомісткість (Т) у норма- годинах можна вирахувати за формулою:

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{Ч_{ТЕХ}}{Q} \cdot \Phi^{пл}$$

$Q$

де  $Ч_{ТЕХ}$  - загальна чисельність технологічних робітників, осіб;

$\Phi^{пл}$  - плановий фонд робочого часу за рік одного робітника, год.;

$Q$  - повний річний обсяг виробництва продукції.

$$T = 12 \cdot 1840 / 10000000 = 0,002 \text{ нормо-годин/кг}$$

Капіталомісткість (фондомісткість) продукції ( $K_Q$ ) визначається як величина загальних капітальних витрат ( $K_{заг}$ ) у будівництво чи реконструкцію цеху, на технічне переоснащення виробництва до річного планового обсягу виробництва продукції:

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



$$K_Q = \frac{K}{Q^{заг}},$$

$$K_Q = 11531080 / 10000000 = 1,15 \text{ грн/кг.}$$

Грошовий потік за рік розраховується як сума чистого прибутку та амортизаційних відрахувань, визначених за рік експлуатації спроектованого студентом об'єкту:

$$ГП_p = 0,82 \cdot (Ц - C_n) \cdot Q + \Sigma A,$$

де 0,82 – коефіцієнт, який враховує частку чистого прибутку у валовому прибутку;

$C_n$  - повна собівартість одиниці продукції, грн.;

Ц - ринкова відпускна і на одиниці продукції, грн.;

Q – повний річний обсяг виробництва продукції (2000),кг;

ΣA - загальна річна сума амортизаційних відрахувань, грн.

Загальна річна сума амортизаційних відрахувань розраховується, виходячи з вартості основних фондів та встановлених норм амортизаційних відрахувань

					ФЛ71.7112.1110.000		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОРГАНІЗАЦІЙНО- ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИ- НА		
Розроб.	Сальчен-						
Перевір.	Фелопов Г.Є.						
Н. Контр.	Федоров Г.Є						
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
					НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ		

(табл. 9.7)

Таблиця 9.7 - Розрахунок сум річних амортизаційних відрахувань

Об'єкт амортизації	Ціна, грн	Амортизація за одиницю	Сума амортизаційних відрахувань, грн
Будівлі	11531080	0,1	1153108
Обладнання	1215000	0,1	121500
Всього амортизаційних відрахувань			1274608

$$ГП_r = 0,82 \cdot (100 - 56,7) \cdot 10000 + 1274608 = 1629668 \text{ грн.}$$

Найбільш розповсюдженим показником економічної ефективності капітальних витрат на нове будівництво, реконструкцію, впровадження нового

обладнання чи технології, є період окупності капітальних витрат ( $P_{ок}$ ), який має критеріальний характер:

$$P_{ок} = \frac{K_{заг}}{ГП_r} < P^H_{ок},$$

$ГП_r$

$P^H_{ок}$

де  $ГП_r$  - річна сума грошового потоку, грн.;

$P^H_{ок}$  - нормативний період окупності, 3 - 7 років.

$$P_{ок} = 11531080 / 1629668 = 7 \text{ років}$$

Робимо висновок, що розроблений проект є економічно доцільним.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі витрати на створення виробництва оксикарбідної ріжучої кераміки окупаються приблизно через 6,9 років. Перелік техніко-економічних показників наведений в таблиці 9.8.

Таблиця 9.8 - Техніко-економічні показники спроектованого об'єкта

Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	2	3
Річний плановий обсяг виробництва продукції (Q)	кг	10000000
Загальна площа цеху	м <sup>2</sup>	720
Виробнича площа цеху	м <sup>2</sup>	540
Капіталомісткість продукції (KQ)	грн	2039
Загальна чисельність працівників	осіб	26
Загальний річний фонд заробітної плати	грн	1321211,2
Середньомісячна зарплата одного працівника	грн	5280
Річний виробіток на одного працівника	кг/особу	76,9
Технологічна трудомісткість продукції (T)	нормо-години/кг	9,5
Повна собівартість одиниці продукції (деталі «Шестерня»)	шт/грн	145
Період окупності (Пок)	років	5,9

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 9.2 Організаційний розділ

Питання щодо організації виробництва в цеху вирішуємо на основі даних попередніх розділів проекту, зокрема, технологічного (розрахунок потрібного обладнання, його розміщення, організація технічного контролю та контролю якості тощо). У цьому розділі обґрунтовуємо необхідну чисельність робітників та управлінського персоналу, розмір фондів їх заробітної плати, визначаємо показники продуктивності праці.

### 9.2.1 Розрахунок чисельності виробничих робітників

Методика розрахунків планової чисельності працівників окремих категорій визначається специфікою їхньої роботи та галузевими

Чисельність робітників, зайнятих на нормованих роботах ( $Ч_{p.n}^{nl}$ ), розраховують за формулою:

$$Ч_{p.n}^{nl} = \frac{\sum_{i=1}^I m_i}{T_{p.ч} K_{в.н}},$$

особливостями функціонування підприємства.

де  $t_i$ , - планова трудомісткість одиниці  $i$ -го виду продукції, нормо-годин;  
 $m_i$ , - кількість продукції  $i$ -го виду, одиниць;

$T_{p.ч}$  - розрахунковий ефективний час одного робітника, год. (табл. 9.8);

$п$  - кількість видів виготовлюваної продукції;

$K_{в.н}$  - очікуваний коефіцієнт виконання норм (1,2-1,5).

Чисельність основних робітників, зайнятих на ненормованих роботах

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\left( \begin{matrix} Ч \\ oc \end{matrix} \begin{matrix} пл \\ \end{matrix} \right)$  (контроль технологічного процесу, керування апаратами, машинами та іншим устаткуванням), розраховують за нормами обслуговування, а саме:  $m \begin{matrix} П \\ 0 \end{matrix} \begin{matrix} К \\ зм \end{matrix} \begin{matrix} \\ n \end{matrix}$ ,

$^{oc} H_{об}$

де  $m_0$  - кількість обслуговуваних об'єктів;

$П_{зм}$  - кількість змін роботи на добу;

$K_n$  - коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову;

$H_{об}$  – норма обслуговування одного агрегата (кількість об'єктів на одного робітника) [5].

Таблиця 9.8 - Баланс робочого часу середньооблікового працівника

Показники	Планові значення
Кількість календарних днів	365
Вихідні та святкові дні	113
Час на планово-попереджувальний ремонт, днів	12
Номінальний фонд робочого часу, днів	240
Невиходи на роботу (днів), з них:	30
відпустки	24
захворювання	4
дозволені законом	1
з дозволу адміністрації	1
прогули	-
цілодобові простої	-
страйки	-

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Явочний робочий час, днів	210
Середня тривалість робочого дня, год.	7,9
Внутрішньо змінні втрати робочого часу та простої, год.	0,2
Робочі години	7,8
<i>Плановий фонд роботи працівника в рік.</i>	<i>1596</i>

Коефіцієнт *переведення явочної чисельності в облікову*:

$$K = 240 / 210 = 1.14$$

Розрахунки чисельності основних і допоміжних робітників наведено в таблиці 9.9

Таблиця 9.9 - Чисельність основних і допоміжних робітників цеху

Професія, спеціальність	Квалі фікаці йний розряд	Явочна чисельність по змінах			Загалом на добу	Коефіцієнт переведення явочної чисельності в облікову	Облікова чисель- ність
		1-а	2-а	3-я			
		Основні робітники					
Формувальник	IV	1	1	-	2	1,14	2
Заливальник	V	2	1	-	3	1,14	4
Стрижнювальник	IV	1	1	-	2	1,14	2
Вибивальник	III	2	1	-	3	1,14	4
Разом		6	4	0	10		12
Допоміжні робітники							

					ФЛ71.7112.1110.000		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Слюсар-ремонтник	IV	1	1	-	2	1,14	3
Транспортувальник-вантажник	П	2	1	-	3	1,14	4
Усього працівників				0			19

### 9.2.2 Визначення фонду заробітної плати

Затрати на оплату праці є одним з основних елементів собівартості продукції.

Вона складається з:

- основної з/п;
- додаткової з/п;
- інших заохочувальних та компенсаційних витрат.

Основна зарплата – це винагорода за виконану працю відповідно з установленими нормами праці (норми часу, продуктивності, обслуговування, посадові зобов'язання).

Додаткова зарплата – це винагорода за працю окрім установленної норми, за успіхи в праці, за особливі умови праці, за винахідливість. Вона включає доплати, надбавки, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій.

До інших заохочувальних і компенсаційних виплат належать виплати за підсумками роботи за рік, премії поспеціальних системах і положеннях, компенсаційні грошові і матеріальні виплати, які не передбачені актами законодавства та ін.

Практична організація оплати праці ґрунтується на державному і договором регулювання її абсолютного рівня, а також механізмі визначення

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуальної заробітної платні всіх окремих категорій працівників (робітників, фахівців, що служать, керівників) підприємства.

Основним організаційно-правовим інструментом обґрунтування диференціації заробітної плати працівників підприємств різних форм господарчої діяльності є тарифно-посадова система, елементи якої: тарифно-кваліфікаційні довідники; кваліфікаційні довідники посад керівників, спеціалістів і службовців; тарифні сітки й ставки; схема посадових окладів або єдина тарифна сітка.

Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій України наведена в таблиці 9.10.

Таблиця 9.10 - Типова тарифна сітка робітників різногалузевих підприємств та організацій

Показник	Тарифні розряди							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Тарифні коефіцієнти	1,0	1,088	1,204	1,350	1,531	1,8	1,892	2,0
Зростання тарифних коефіцієнтів:								
абсолютне		0,088	0,116	0,146	0,181	0,269	0,092	0,108
відносне		8,8	10,7	12,1	13,4	17,6	5,1	5,7

Важливим елементом тарифної системи є тарифна ставка. Її абсолютну величину визначають згідно зі встановленим державою мінімальним розміром заробітної плати, тобто таким, нижче за яке вже не можна платити працівнику за виконану норму робочого часу. Так якщо на підприємстві тарифну ставку для першого розряду встановлено на рівні 20 грн., то ставка другого розряду становитиме 21,76 грн., третього 24,08 грн. і так далі.

					ФЛ71.7112.1110.000		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



Розрахунок фондів заробітної плати управлінського персоналу  
наведено в таблиці 9.11

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.11-Розрахунок фонду заробітної плати управлінського персоналу

Штатна посада	Чисельність, осіб	Місячний посадовий оклад, грн.	Річний фонд заробітної плати, грн.
<i>Керівники</i>			
Начальник цеху	1	12000	144000
Майстер	1	10000	120000
<i>Разом</i>	<i>2</i>		<i>264000</i>
<i>Спеціалісти</i>			
Провідний Інженер- технолог	1	8000	96000
<i>Разом</i>	<i>1</i>		<i>96000</i>
<i>Службовці та молодший обслуговуючий персонал</i>			
Обліковець	1	5000	60000
Комірник	1	4500	54000
Прибиральник	2	3500	84000
<i>Разом</i>	<i>4</i>		<i>198000</i>
<i>Усього по цеху</i>	<i>7</i>		<i>558000</i>

### 9.2.3 Розрахунок продуктивності праці

Продуктивність праці розраховується як відношення річного об'єму виробництва до облікового складу всіх робітників цеху.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, продуктивність праці (П) – це річний об’єм продукції, виготовленої в розрахунок на одного робітника цеху.

$$П = \frac{\sum G}{\sum \text{ч}},$$

де G - обсяг продукції, виробленої цехом

$\sum \text{ч}$

за рік, кг; - чисельність працюючих

всіх категорій.

$$П = 2000 / (19 + 7) = 76 \text{ кг/особу}$$

Відповідно до тарифної сітки розраховано фонди заробітної плати основних і допоміжних працівників. Розрахунки приведені в таблиці 9.5.

Таблиця 9.12 - Розрахунок фонду заробітної плати основних і допоміжних працівників

Професія, посада, спеціальність	Тарифна ставка	Обліковий склад	Плановий фонд працівників , год	Основна заробітня плата	Розрахунок додаткової плати, грн				
					Надбавки та доплати				Разом заробітня плага
					Премія 20%	Основні умови 12%	Відпуст- ка 12%	Інші 10%	
Основні робітники									
Формуваль- ник	28	2	1840	103040	20608	12364,8	12364,8	10304	55641, 6
Заливальник	30	4	1840	22080	44160	26496	26496	22080	119232
Стрижнюва- льний	28	2	1840	103040	20608	12364,8	123684, 8	10304	55641, 6
Вибивальник	25	4	1840	184000	36800	22080	22080	18400	93360
Разом		12		61088					329875 ,2
Допоміжні робітники									
Трнспортува- льний	25	3	1840	138000	27600	16560	16560	13800	74520
Слюсар- ремонтник	30	2	1840	11040	22080	12248	12248	11040	57616
разом		5		248400					132136

					ФЛ71.7112.1110.000				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

## Розроблення стартапу

Становлення промисловості України без відновлення ливарного виробництва машинобудівних підприємствах неможливе, оскільки ливарне виробництво є основною заготівельною базою машинобудування. Отже виникає необхідність в технічному переозброєнні та реконструкції існуючих ливарних цехів і проектуванні та будівництві нових

Ливарне виробництво, як технологічний процес виготовлення литих фасонних деталей і заготовок найрізноманітнішого виду, маси, габаритних розмірів і призначення заповненням розплавленим металом разового й багаторазового застосування форм, дає можливість технічно й економічно вигідно одержувати безпосередньо з рідкого металу як фасонні заготовки, так і готові вироби

Значення ливарного виробництва виключно велике. Немає жодної галузі машинобудування й приладобудування або інших галузей, як-то металургія, енергетика тощо, де б не використовували литі деталі. У машинобудуванні маса литих деталей складає біля 50% маси машин і механізмів, у верстатобудуванні – біля 80%, в тракторобудуванні – біля 60%. Це пояснюється рядом переваг ливарного виробництва в порівнянні з іншими способами виготовлення заготовок або готових виробів. Литтям виготовляють деталі як прості, так і дуже складної геометричної форми, які неможливо або дуже складно виготовити іншими способами. У багатьох випадках це найпростіший і найдешевший спосіб виробництва виробів. Маса литих деталей коливається від декількох грамів до декількох сотень кілограм.

Детальний опис стартапу наведено в табл. 9.14

Таблиця 9.14 – Опис ідеї стартап

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Виготовлення вилівка «Коробка» із сталі 25Л методом лиття в разові об'ємні піщано-глинясті форми.	Машинобудування	Найпростіший та економічний спосіб отримання деталей.
	Верстатобудування	Можливість виготовляти деталь, яка не потребує подальшого оброблення перед застосуванням. Може бути як простої, так і складної конфігурації різних за масою

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сталь 25Л має високу твердість, зносостійкість і легко реагує на високі температурні режими.

Для визначення слабких, нейтральних та сильних сторін проекту використали таблицю 9.15

Таблиця 9.15 - Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

Індекс позиції	Техніко - економічні характеристики ідеї	Потенційні товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	АТ «ПТМЗ»	ПАТ «Ні-КО»			
1.	Ціна виливка після механічного оброблення	56,7 грн	50 грн	54 грн	Мій проект		
2.	Механічні властивості сплаву	Допустима норма відхилень	Не відповідає ГОСТ 988-77	не можливо визначити		Мій проект	
3.	Строки виготовлення планової програми	6 місяців	6,5 місяців	8 місяців			Мій проект

За рахунок збільшення продуктивності ливарного комплексу та доведення сплаву до необхідного складу для збереження визначених властивостей готового продукту ціна виробів зростає.

Технологічна здійсненність проекту наведена в таблиці 9.16

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.17 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Виготовлення вилка «Корпус» із сталі 45Л у піщано-глинястих формах.	Лиття в разові об'ємні піщано-глинясті форми	Технологія наявна, достатньо вивчена та широко використовується	Так

Визначення потенційних груп клієнтів наведено в таблиці 9.18

Таблиця 9.18 Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Визначений склад хімічних елементів у сплаві	Комплекс компресорного машинобудування	Дана галузь дуже високо фінансується та потребує найкращих матеріалів для оснащення різних машин.	Високі жаростійкість, корозійна стійкість, зносостійкість

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зносостійкість, жаростійкість, корозійна стійкість	Підприємства які працюють з хімічними речовинами	Створення таких деталей, які не будуть втрачати своїх характеристик протягом визначеного терміну в умовах роботи в агресивних середовищах під впливом високих температур	Високі жаростійкість, корозійна стійкість, зносостійкість, невисокі ціни
--	--	--	--

Фінансування конструкторських компресорних заводів дозволяє вимагати найвищих характеристик не зважаючи на ціни, підприємства ж будуть шукати найменші ціни.

Таблиця 9.19 SWOT- аналіз стартап-проекту

<p>Сильні сторони:</p> <p>Мала кількість конкурентів</p> <p>Високі технічні характеристики продукції (зносостійкість, корозійна стійкість, жаростійкість),</p> <p>низькі витрати на виробництво (ціна сировини доволі низька)</p>	<p>Слабкі сторони:</p> <p>Відсутність бренду;</p> <p>неможливість використати доступну рекламу(інтернет, засоби масової інформації);</p> <p>Високі транспортні тарифи на доставку сировини та готову продукцію;</p> <p>Складність пошуку інвесторів в Україні за рахунок політичної та економічної нестабільності.</p>
<p>Можливості:</p> <p>Економічне зростання і соціальний прогрес, розвиток металургійної сфери,</p> <p>створення нових робочих місць,</p> <p>розвиток машинобудівної та конструкторської сфери, яка є постійним споживачем;</p> <p>великі потенційні можливості на внутрішньому та зовнішньому ринку що до споживачів готової продукції.</p>	<p>Загрози:</p> <p>несприятлива політично-економічна ситуація в країні,</p> <p>зростання цін на сировину та транспортні послуги,</p> <p>зменшення доходів і як наслідок падіння обсягів вкладання коштів у продукцію цивільного будівництва.</p>

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки великому попиту використання різних машин, основною складовою яких є литі деталі, що постійно потребують оновлення та враховуючи, малу кількість конкурентів на сучасному промисловому ринку є доцільним та перспективним використання даної технології. Великий прибуток можуть принести сільськогосподарські галузі, що постійно потребують оновлення компресорної техніки.

Також прибуток можуть принести підприємства які працюють з хімічними розчинами і використовують деталі, в середовищі агресивних рідин та на підприємствах які займаються плановим ремонтом великогабаритної машинної техніки.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## ВСТУП

Ливарне виробництво, як технологічний процес виготовлення литих фасонних деталей і заготовок найрізноманітнішого виду, маси та призначення заповненням розплавленим металом разових і багаторазового застосування форм, дає можливість технічно й економічно вигідно одержувати безпосередньо з рідкого металу як фасонні заготовки, так і готові вироби.

Перші литі вироби виготовлено ще в 3...2 тисячолітті до н.е. спочатку з бронзи, пізніше з чавуну. Значний розвиток литво з чавуну отримало приблизно з XIII-XIV ст. Сталеві виливки почали виготовляти в XIXст., литі деталі з алюмінієвих і магнієвих сплавів – декілька десятків років назад. У теперішній час у ливарному виробництві для виготовлення виливків використовують багато різних сплавів і способів лиття.

Значення ливарного виробництва виключно велике. Немає жодної галузі машинобудування й приладобудування, де б не використовували литі деталі. У машинобудуванні маса литих деталей складає біля 80% маси машин і механізмів, у верстатобудуванні – біля 80%, в тракторобудуванні – біля 60%. Це пояснюється рядом переваг ливарного виробництва в порівнянні з іншими способами виготовлення заготовок або готових виробів.

Литтям виготовляють деталі як прості, так і дуже складної геометричної форми, які неможливо або дуже складно виготовити іншими способами. У багатьох випадках це найпростіший і найдешевший спосіб виробництва виробів. Маса деталей коливається від декількох грамів до декількох сотень кілограм.

Деякі спеціальні способи лиття дають можливість виготовляти виливки з високою чистотою поверхні та точністю за розмірами, що суттєво зменшує або виключає зовсім їх подальше механічне оброблення.

					ФЛ71.7112.1110.000ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Сальченко В.І			ВСТУП		Лит.	Лист
Провер.		Федоров Г.Є						Листов
Реценз.								
Н. Контр.							ІФФ, ФЛ-71мп	
Утверд.								

Ливарний цех потужністю тонн придатного литва за рік призначений для 10000 т/рік виробництва виливків і використання їх у різних галузях машинобудування. Максимальна маса виливків – 1960 кг.

Вихідними даними для проектування ливарного цеху є:

- виробнича програма;
- основні показники та норми аналогічного цеху;
- кресленики та технологічні норми на виробництво виливків, які входять у програму;
- відомість устаткування ливарного цеху, яке існує;
- нормативні матеріали з проектування ливарних цехів провідними проектними організаціями;
- досвід роботи ливарних цехів передових підприємств;
- література з питань ливарного виробництва.

При проектуванні мають бути розроблені питання оптимального вибору технологічного процесу, високопродуктивного устаткування, визначення площ виробничих відділень, вибору типу будівлі, розміщення устаткування та транспортних засобів, а також покращання умов праці в цеху. За характером виробництва цех відноситься до серійного виробництва з номенклатурою, що не перевищує 40 найменувань. Цех виготовляє виливки зі сталі марок 25Л і 45Л та із сірого чавуну марок СЧ 20. У проекті використано сучасні технологічні процеси виготовлення виливків у разових об'ємних піщано-глинястих формах.

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Проектування ливарних цехів, частина 1. /Г.Є. Федоров, М.М.Ямшинський, В.Г. Могилатенко,І.М. Гурія, І.О.Шинський  
Проектування ливарних цехів, частина 1. – Київ: НТУУ «КПІ» - 2011. – 586 с
2. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту/ Під ред. О.П. Макаревич. – Київ: НТУУ «КПІ» - 2002 – 36 с
3. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування ливарних цехів» / Укл. Г.Є. Федоров, та інші. – К.: НТУУ «КПІ», 2006/ – 44 с/
4. Проектування ливарних цехів./ Туманський Б.Ф – К.: НМК ВО, 1992. – 188с.
5. Матвеев И. В., Тарский В. Л. Оборудование литейных цехов. – М.: Машиностроение, 1985. – 440 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Проектування ливарних цехів» та дипломного проекту з розділу «Будівельна справа» для студентів спеціальностей «Ливарне виробництво чорних і кольорових металів» та «Спеціальна металургія»./Уклад. С.Я.Мазур, Г.Є.Федоров. – ІВЦ «Видавництво«Політехніка»», 2002.- 40с.
- 7 ГОСТ 3212-92 Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров.

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Сальченко В.І.							
Перев.	Федоров Г.Є							
Т.контр.						НТУУ "КПІ" ІФФ гр.ФЛ-71		
Н.контр.	Федоров Г.Є							
Затверд.								

8. Сафронов В. Я. Справочник по литейному оборудованию. – М.: Машиностроение, 1985. – 320 с.
9. Фанталов Л. И., Кнорре Б. В., Четвертухин С. И. Основы проектирования литейных цехов и заводов. – М.: Машиностроение, 1979. – 376 с
10. Формовочные материалы и технология литейной формы: Справочник / Под общей ред. С.С. Жуковского. – Машиностроение, 1993. – 432с.
11. Дорошенко С.П. Формувальні суміші. Навчальний посібник. – К.: ІЗМН, 1997. – 140 с.
12. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. - М.: Машиностроение, 1977. – 510 с.
13. Горский А.И. Расчет машин и механизмов автоматических линий литейного производства - М.: Машиностроение, 1978. — 215 с.
14. Методические указания к экономической части дипломных проектов Кривда В. И., Елтышев В. Н. – К.: КПИ, 1981. – 22 с
15. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень 3.3.6.042 – 99.
16. Г.М. Кноринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. Справочная книга для проектирования электрического освещения: Энегия, 1976, 384 с.
17. К.Н. Ткачук, Д.Ф. Иванчук, Р.В. Сабарно, А.Г. Степанов справоч-ник по охране труда на промышленном предприятии. Техника 1991, - 285с..

					ФЛ71.7112.1110.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		







Таблиця 3.13 - Розрахунок витрат формувальної суміші для групи виливків до 100 кг.

Внутрішні розміри опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Середня маса виливків у формі, кг	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м³	Розрахований об'єм, м³/рік				Розраховані витрати суміші, т/рік
					усіх форм	у тому числі			усього або єдиної
						металу	стрижнів	суміші	
900×600×150/200	2276,48	42,6	57923	0,19	4633,83	1094,05	273,5	3266,28	5226,05

Таблиця 3.14 – Розрахунок витрат формувальної суміші для групи виливків понад 100 кг

Внутрішні розміри опок, мм	Випуск виливків, т/рік	Середня маса виливків у формі, кг	Розрахована кількість форм на рік	Об'єм однієї форми, м³	Розрахований об'єм, м³/рік				Розраховані витрати суміші, т/рік	
					усіх форм	у тому числі			у тому числі	
						металу	стрижнів	суміші	облицьовані	наповнені
3000×2500×300/900	7819,44	520	13828	9	24895,3	1056,6	264,14	1320,74	633,9	1479,22



Зм.			Таблиця 3.15 – Розрахунок стрижневої суміші за середніми нормами							
Арк.										
№ докум.										
Підпис										
Дата										
ФЛГ71.7112.1110.000			Група	Випуск	Витрати суміші за групами стрижнів, кг		Загальні витрати т/рік	Розрахункові витрати т/рік		
			виливків за масою	виливків т/рік	до 15				15...60	
					кг на 1 тонну виливків	т/рік			кг на 1 тонну виливків	т/рік
			1	2	3	4	5	6	7	8
			До 100 кг	2276,48	121,0	275,396	-	-	275,396	300
			Більше 100 кг	7819,44	-	-	111,0	867,953	867,953	900
			Всього							1200
			</							

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ФЛГ71.7112.1110.000.	Арк.

Таблиця 3.7 – Визначення річної кількості форм

Індекс позиції	Код деталі	Найменування	Матеріал	Маса виливків		Розміри опок, мм	Виливків у формі, шт	Маса виливків у формі, кг	Форм за рік, шт	Обєм форм, м3	
				одного, кг	на річну програму, т					Однієї	На річну програму
24	151.131.24	Фланець	45Л	3,4	6,6	900×600×150/200	4	13,6	486	0,19	92,39
31	151.131.31	Лопатка 3	45Л	4,6	35,8		4	18,4	1945		369,55
30	151.131.30	Лопатка 2	45Л	5	38,9		2	10	3890		739,10
16	151.131.16	Стяжка повздовжня	45Л	6,1	47,5		4	24,4	1945		369,57
28	151.131.28	Крюк передній	45Л	6,1	11,9		2	12,2	973		184,78
9	151.131.9	Вилка	45Л	6,1	11,9		1	6,1	1945		369,57
22	151.131.22	Кронштейн лівий задній	45Л	6,3	12,3		2	12,6	973		184,78
23	151.131.23	Балка рами	45Л	87	169,2		1	87	1945		369,57
15	151.131.15	Втулка шарніра	45Л	14,3	27,8		3	42,9	648		123,19
17	151.131.17	Скоба	45Л	15,1	117,5		1	15,1	7780		1478,28
26	151.131.26	Вухо праве	45Л	15,5	120,6		4	62	1945		369,57
11	151.131.11	Бугель опори шарніра	45Л	47	91,4		1	47	1945		369,57

		Продовження табл.3.7														
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата												
ФЛГ71.7112.1110.000.					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
					25	151.131.25	Вухо ліве	45Л	16,2	126,0	900×600×150/200	4	64,8	1945	0,19	369,57
					33	151.131.33	Шків1	45Л	19	37,0		2	38	973		184,78
					21	151.131.21	Опора двигуна	45Л	18,4	35,8		4	73,6	486		92,39
					10	151.131.10	Кронштейн правий	45Л	24,6	47,8		1	24,6	1945		369,57
					29	151.131.10	Лопатка 1	45Л	26	50,6		1	26	1945		369,57
					12	151.131.12	Корпус	45Л	31,5	61,3		1	31,5	1945		369,57
					27	151.131.27	Коробка	45Л	43	83,6		2	86	973		184,78
					8	151.131.8	Кронштейн задній лівий	45Л	37,6	73,1		1	37,6	1945		369,57
					13	151.131.13	Кронштейн	25Л	15,6	30,34		1	15,6	1945		369,57
					20	151.131.20	Стакан 2	25Л	36	140,05		3	108	1297		246,38
					6	151.131.6	Корпус верху	25Л	48,5	94,34		1	48,5	1945		369,57
					1	151.131.1	Бугель лівий	25Л	49,6	96,48		1	49,6	1945		369,57
					18	151.131.18	Напівмуфта	25Л	64,8	126,04		1	64,8	1945		369,57
					3	151.131.3	Патрубок	25Л	68,5	133,24		1	68,5	1945		369,57
					4	151.131.4	Корпус	25Л	84,3	163,97		1	84,3	1945		369,57
					Всього сталевих виливків 1-ої групи (до 100 кг)							1991,0	51544,9			=
					47	151.131.47	Корпус сапуна	СЧ20	1,3	0,97	900×600×150/200	4	5,2	186	0,19	35,30
					41	151.131.41	Опора	СЧ20	3,8	2,82		4	15,2	186		35,30
							Арк.									

					Продовження табл.3.7																	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
ФЛГ71.7112.1110.000.					45	151.131.45	Циліндр	СЧ20	5,4	16,05	900×600×150/200	4	21,6	743	0,19	141,17						
					49	151.131.49	Стакан підчіпника	СЧ20	5,6	4,16		4	22,4	186		35,30						
					44	151.131.44	Корпус компресора	СЧ20	6,8	5,05		1	6,8	743		141,19						
					43	151.131.43	Шків	СЧ20	11,2	8,32		4	44,8	186		35,30						
					46	151.131.46	Корпус правий	СЧ20	14,2	10,55		4	56,8	186		35,30						
					37	151.131.37	Піддон	СЧ20	16,3	12,11		3	48,9	248		47,06						
					36	151.131.36	Кришка	СЧ20	21,7	16,13		2	43,4	372		70,59						
					35	151.131.35	Корпус редуктора	СЧ20	30,7	22,81		2	61,4	372		70,59						
					39	151.131.39	Картер бортної передачі	СЧ20	35,7	26,53		1	35,7	743		141,19						
					50	151.131.50	Маховик	СЧ20	52,5	39,01		1	52,5	743		141,19						
					38	151.131.38	Корпус муфти	СЧ20	67	49,79		1	67	743		141,19						
					40	151.131.40	Корпус гідропанелі	СЧ20	95,8	71,19		1	95,8	743		141,19						
					Всього чавунних виливків 1-ої групи (до 100 кг)											285,49686			6378,175		1211,85	
					19	151.131.19	Стакан 1	25Л	140	272,31		3000×2500×300/90	1	140		1945	1,8	3501,18				

Продовження табл.3.7											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	151.131.5	Корпус низу	25Л	146	283,98	3000×2500×300/900	1	146	1945	1,8	3501,18
2	151.131.2	Корпус камери	25Л	214	416,25		1	214	1945		3501,18
4	151.131.4	Вкладиш	25Л	582	1132,05		1	582	1945		3501,18
7	151.131.7	Обойма	25Л	1460	2839,85		1	1460	1945		3501,18
32	151.131.32	Корпус	45Л	450	875,30		1	450	1945		3501,18
Всього сталевих виливків виливків 2-ої групи (понад 100 кг)=					5819,74						21007,0 8
34	151.131.34	Корпус	СЧ20	180	132,38	3000×2500×300/900	1	180	735	1,8	1323,84
48	151.131.48	Діафрагма 2	СЧ20	845	608,24		1	845	720		1295,65 1
42	151.131.42	Діафрагма 1	СЧ20	1965	1384,99		1	1965	705		1268,69 5
Всього чавунних виливків 2-ої групи (понад 100 кг)					2125,61				13831		3888,18
Разом											29529,1

Таблиця 1.2 – Точна (подетальна) програма ливарного цеху

Індекс позиції	Код деталі	Найменування деталі	Матеріал і марка	Маса, кг		Кількість на виріб		Річна програма випуску виливків						
				готової деталі	виливка	шт.	кг	на основні вироби		на запасні частини			всього	
								шт.	т	%	шт.	т	шт.	т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Сталеві виливки														
Група виливків до 100 кг														
Сталь 45Л														
24	151.131.24	Фланець	45Л	2,4	3,4	1	3,4	1751	5,95	10	194	0,66	1946	6,61
31	151.131.31	Лопатка 3	45Л	1,5	4,6	2	9,2	3502	32,21	10	388	3,57	3892	35,79
30	151.131.30	Лопатка 2	45Л	2,4	5	2	10	3502	35,02	10	388	3,88	3892	38,90
16	151.131.16	Стяжка повздожня	45Л	4,1	6,1	2	12,2	3502	42,72	10	388	4,734	3892	47,46
28	151.131.28	Крюк передній	45Л	4,5	6,1	1	6,1	1751	10,68	10	194	1,183	1946	11,86
9	151.131.9	Вилка	45Л	4,2	6,1	1	6,1	1751	10,68	10	194	1,18	1946	11,86
22	151.131.22	Кронштейн лівий задній	45Л	4,8	6,3	1	6,3	1751	11,03	10	194	1,222	1946	12,25
23	151.131.23	Балка рами	45Л	71	87	1	87	1751	152,35	10	194	16,88	1946	169,22
15	151.131.15	Втулка шарніра	45Л	12	14,3	1	14,3	1751	25,04	10	194	2,774	1946	27,81
17	151.131.17	Скоба	45Л	13,2	15,1	2	30,2	3502	105,77	10	388	11,72	3892	117,48
26	151.131.26	Вухо праве	45Л	11,8	15,5	2	31	3502	108,57	10	388	12,03	3892	120,60

Зм.	
Док.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	
ФЛГ71.7112.1110.000.	
Док.	

Продовження табл. 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
11	151.131.11	Бугель опори шарніра	45Л	38,2	47	1	47	1751	82,30	10	194	9,118	1946	91,41	
25	151.131.25	Вухо ліве	45Л	11,7	16,2	2	32,4	3502	113,47	10	388	12,57	3892	126,04	
33	151.131.33	Шків І	45Л	16,58	19	1	19	1751	33,27	10	194	3,68	1946	36,95	
21	151.131.21	Опора двигуна	45Л	15,5	18,4	1	18,4	1751	32,22	10	194	3,57	1946	35,78	
10	151.131.10	Кронштейн правий	45Л	17,8	24,6	1	24,6	1751	43,07	10	194	4,77	1946	47,84	
29	151.131.10	Лопатка 1	45Л	11,3	26	1	26	1751	45,52	10	194	5,04	1946	50,57	
12	151.131.12	Корпус	45Л	26,5	31,5	1	31,5	1751	55,16	10	194	6,11	1946	61,27	
27	151.131.27	Кришка бугеля	45Л	38	43	1	43	1751	75,29	10	194	8,34	1946	83,63	
8	151.131.8	Кронштейн задній лівий	45Л	28,8	37,6	1	37,6	1751	65,84	10	194	7,29	1946	73,13	
Всього:							495,3							1206,54	
Сталь 25Л															
13	151.131.13	Кронштейн	25Л	13,8	15,6	1	15,6	1751	27,32	10	194	3,03	1946	30,34	
20	151.131.20	Стакан 2	25Л	30,2	36	2	36	3502	126,08	10	388	13,97	3892	140,04	
6	151.131.6	Корпус верху	25Л	42,4	48,5	1	48,5	1751	84,93	10	194	9,41	1946	94,33	
1	151.131.1	Бугель лівий	25Л	46,2	49,6	1	49,6	1751	86,85	10	194	9,62	1946	96,47	
18	151.131.18	Напівмуфта	25Л	52,4	64,8	1	64,8	1751	113,47	10	194	12,57	1946	126,04	
3	151.131.3	Патрубок	25Л	58,3	68,5	1	68,5	1751	119,95	10	194	13,29	1946	133,23	
4	151.131.4	Брус передній	25Л	77,2	84,3	1	84,3	1751	147,62	10	194	16,35	1946	163,97	

Зм.		
Док.		
№ докум.		
Підпис		
Дата		
ФЛГ71.7112.1110.000.		
	Док.	

Продовження табл. 1.2														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Всього							367,3							784,48
Група виливків понад 100 кг														
Сталь 25Л														
19	151.131.19	Стакан 1	25Л	107	140	1	140	1751	245,15	10	194	27,16	1946	272,31
5	151.131.5	Корпус низу	25Л	116,6	146	1	146	1751	255,66	10	194	28,32	1946	283,98
2	151.131.2	Корпус камери	25Л	187,6	214	1	214	1751	374,74	10	194	41,52	1946	416,25
4	151.131.4	Вкладиш	25Л	540,6	582	1	582	1751	1019,1	10	194	112,9	1946	1132,05
7	151.131.7	Обойма	25Л	1282	1460	1	1460	1751	2556,6	10	194	283,2	1946	2839,85
						Σ=	2542						Σ=	4944,44
Сталь 45Л														
32	151.131.32	Корпус	45Л	390	450	1	450	1751	788	10	194	87,3	19456	875,29
Всього							450							875,29
Разом сталевих виливків							3854,6							7810,74
Чавунні виливки														
Група виливків до 100 кг														
47	151.131.47	Корпус сапуна	СЧ20	1,2	1,3	1	1,3	668	0,86	10	74	0,1	743	0,96
41	151.131.41	Опора	СЧ20	3,3	3,8	1	3,8	668	2,54	10	74	0,28	743	2,83
45	151.131.45	Циліндр	СЧ20	4,5	5,4	2	10,8	1337	14,44	10	149	1,60	1486	16,06
49	151.131.49	Стакан підчіпника	СЧ20	5,3	5,6	1	5,6	668	3,74	10	74	0,41	743	4,16
44	151.131.44	Корпус компресора	СЧ20	6,5	6,8	1	6,8	668	4,54	10	74	0,50	743	5,05
43	151.131.43	Шків	СЧ20	10,7	11,2	1	11,2	668	7,49	10	74	0,83	743	8,32





Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Таблиця 3.12 - Обсяг виробництва стрижового відділення											
ФЛГ71.7112.110.000	Арк.	Індекс	Код деталі	Найменування деталі	Маса виливка, кг	Кількість виливків на рік, шт	Стрижні				Потреба в стрижнях, шт			маса стрижня на річну програму, т		
		№ стрижня	маса стрижня, кг	габаритні розміри стрижня, мм			на виливок	на річну програму	річна з урахуванням браку виливків і стрижнів							
				довжина	ширина	висота										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		13	14
		24	151.131.24	Фланець	3	1946	1	0,40	45	45	45	1	1946		2140	0,86
		31	151.131.31	Лопатка 3	5	3892	1	0,60	20	20	15	1	3892		4281	2,57
		30	151.131.30	Лопатка 2	5	3892	1	0,50	50	30	30	1	3892		4281	2,14
		16	151.131.16	Стяжка повздовжня	6	3892	1	0,60	25	25	10	1	3892		4281	2,57
		28	151.131.28	Крюк передній	6	1946	1	0,60	25	10	15	1	1946		2140	1,28
		9	151.131.9	Вилка	6	1946	1	0,60	60	50	40	1	1946		2140	1,28
		22	151.131.22	Кронштейн лівий задній	6	1946	1	0,70	100	50	40	1	1946		2140	1,50
		23	151.131.23	Балка рами	87	1946	1	10,00	200	150	60	1	1946		2140	21,40
15	151.131.15	Втулка шарніра	14	1946	1	4,00	60	100	100	1	1946	2140	8,56			
17	151.131.17	Скоба	15	3892	1	3,00	20	30	15	1	3892	4281	12,84			
26	151.131.26	Вухо праве	16	3892	1	4,00	35	20	20	1	3892	4281	17,12			
11	151.131.11	Бугель опори шарніра	47	1946	1	11,00	55	75	35	1	1946	2140	23,54			

Знак.	Арк.		Продовження табл.3.12													
			1	2	3		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ докум.			25	151.131.25	Вухо ліве	16	3892	1	4,00	80	65	10	1	3892	4281	17,12
			33	151.131.33	Шків1	19	1946	1	3,00	60	50	15	1	1946	2140	6,42
			21	151.131.21	Опора двигуна	18	1946	1	4,00	80	40	40	1	1946	2140	8,56
Підпис			10	151.131.10	Кронштейн правий	25	1946	1	5,00	20	30	10	1	1946	2140	10,70
			29	151.131.10	Лопатка 1	26	1946	1	4,60	20	15	20	1	1946	2140	9,85
Дата			12	151.131.12	Корпус	32	1946	1	9,60	45	45	45	1	1946	2140	20,55
			27	151.131.27	Корпус	43	1946	1	12,00	20	20	15	1	1946	2140	25,68
ФЛГ71.7112.1110.000			8	151.131.8	Кронштейн задній лівий	38	1946	1	14,00	105	100	75	1	1946	2140	29,96
			13	151.131.13	Кронштейн	16	1946	1	4,20	65	95	10	1	1946	2140	8,99
			20	151.131.20	Стакан 2	36	3891	1	14,00	55	45	30	1	3891	4281	59,93
			6	151.131.6	Корпус верху	49	1946	1	13,00	50	30	20	1	1946	2140	27,82
			1	151.131.1	Бугель лівий	50	1946	1	12,80	80	80	50	1	1946	2140	27,40
			18	151.131.18	Напівмуфта	65	1946	1	14,80	80	80	40	1	1946	2140	31,68
			3	151.131.3	Патрубок	69	1946	1	14,40	55	45	30	1	1946	2140	30,82
			4	151.131.4	Коробка	84	1946	1	14,90	50	30	20	1	1946	2140	31,89
			47	151.131.47	Корпус сапуна	1	743	1	0,20	25	25	10	1	743	817	0,16
			41	151.131.41	Опора	4	743	1	0,40	25	10	15	1	743	817	0,33
			45	151.131.45	Циліндр	5	1486	1	0,60	60	50	40	1	1486	1635	0,98
			49	151.131.49	Стакан підчіпника	6	743	1	1,40	100	50	40	1	743	817	1,14
			44	151.131.44	Корпус компресора	7	743	1	2,60	200	150	60	1	743	817	2,12
				Арк.												

Зм.		Продовження табл.3.12													
	Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ док-м.		43	151.131.43	Шків	11	743	1	4,30	60	100	100	1	743	817	3,51
		46	151.131.46	Корпус правий	14	743	1	4,70	20	30	15	1	743	817	3,84
		37	151.131.37	Піддон	16	743	1	5,80	35	20	20	1	743	817	4,74
		36	151.131.36	Кришка	22	743	1	6,50	55	75	35	1	743	817	5,31
Підпис		35	151.131.35	Корпус редуктора	31	743	1	9,80	80	65	10	1	743	817	8,01
Дата		39	151.131.39	Картер бортної передачі	36	743	1	14,70	60	50	15	1	743	817	12,01
ФЛГ71.7112.1110.000		50	151.131.50	Маховик	53	743	1	14,90	80	40	40	1	743	817	12,18
		38	151.131.38	Корпус муфти	67	743	1	14,70	45	45	45	1	743	817	12,01
		40	151.131.40	Корпус гідропанелі	96	743	1	14,60	20	20	15	1	743	817	11,93
		Група стрижнів понад 15 кг													
		19	151.131.19	Стакан 1	140	1946	1	16,80	120	100	100	1	1946	2140	35,9
		5	151.131.5	Корпус низу	146	1946	1	14,20	120	80	50	1	1946	2140	30,39
		2	151.131.2	Корпус камери	214	1946	1	16,40	150	100	60	1	1946	2140	35,10
		4	151.131.4	Вкладиш	582	1946	1	18,00	70	70	70	1	1946	2140	38,52
		7	151.131.7	Обойма	1460	1946	1	54,00	150	200	80	1	1946	2140	115,57
		32	151.131.32	Корпус	450	1946	1	34,00	300	350	180	1	1946	2140	72,76
	34	151.131.34	Корпус	180	743	1	39,40	230	207	129	1	743	817	32,20	
	48	151.131.48	Діафрагма2	845	743	1	48,70	275	206	138	1	743	817	39,80	
	42	151.131.42	Діафрагма 1	1965	743	1	59,90	120	60	80	1	743	817	48,95	
	Арк.														

ФЛГ71.7112.1110.000

					ФЛТ1.7112.1110.000	Арк.
Эмн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАРНОГО КОМПЛЕКСУ

Становлення промисловості України без відновлення ливарного виробництва на машинобудівних підприємствах неможливе, оскільки ливарне виробництво є основною заготівельною базою машинобудування.

Виникає необхідність в технічному переозброєнні та реконструкції існуючих ливарних цехів і проектуванні та будівництві нових. На підставі матеріалів переддипломної практики необхідно спроектувати ливарний комплекс заводу компресорного машинобудування потужністю 10000 т високоякісних придатних виливків на рік. Найменування продукції: різноманітні литі деталі із сталі та сірого чавуну.

Район і розташування ливарного комплексу - м. Полтава, з кількістю жителів – 288013.

Для проектування використати номенклатуру виливків, яку наведено в табл..1.1.

Максимально використати механізацію та автоматизацію технологічних процесів.

В проекті використати такі основні технологічні процеси: плавлення металу виконувати в дугових електропечах; для виготовлення форм використати автоматичні і механізовані лінії; фінішні операції виконувати з використанням сучасного устаткування.

Режим роботи цеху-двохзмінний паралельний.

Джерелом для забезпечення цеху водою, теплом, паливом, електроенергією, стисненим повітрям, шихтовими матеріалами тощо слугують заводські системи. Відпрацьована вода очищується та знов поступає у виробництво через загальнозаводську систему.

					ФЛ71.7112.1110.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Сальченко			ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБ- ГРУНТУВАННЯ ТА ЗАВДАННЯ НА ПРОЕКТУВАННЯ ЛИВАР- НОГО КОМПЛЕКСУ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Фелопов Г.Є.						
Н. Контр.		Федоров Г.Є				НТУУ «КПІ ім. І.Сікорського», ІФФ		
Затверд.								

Устаткування для основного виробництва використано сучасне. У разі необхідності переходу на більший обсяг виробництва цех має можливість застосовувати тризмінний режим роботи.

Інвестиційні витрати та очікувані економічні показники мають перевищувати показники діючого виробництва.

					ФЛ71.7112.1110.000	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		